



# AS. OY KUOPION PUNAPOSSUN KUNTOTUTKIMUS JA SÄHKÖSANEERAUSSUUNNITELMA

As. Oy Kuopion Punapossu

TEKIJÄ: Petri Soronen



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Petri Soronen			
Työn nimi As. Oy Kuopion Punapossun kuntotutkimus ja sähkösaneeraussuunnitelma			
Päiväys	13.4.2015	Sivumäärä/Liitteet	52/46
Ohjaaja(t) lehtori Heikki Laininen, yliopettaja Ari Suopelto			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) As. Oy Kuopion Punapossu			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli tehdä sähkötekniinen kuntotutkimus ja sähkösaneeraussuunnitelma Kuopion Puijonlaaksossa sijaitsevalle As. Oy Kuopion Punapossulle. Aihe on ajankohtainen suuren korjausrakentamistarpeen vuoksi. Työn tarkoituksena oli arvioida nykyinen sähkölaitteisto ja sen välittömät korjaustarpeet sekä laatia tulevan sähkösaneerauksen käyttöön nykyaikaiset suunnitelmat.</p> <p>Työ alkoi palaverilla, joissa määriteltiin tarvittavat työt. Kenttätöinä tehtiin kuntotutkimus, jossa tarkastettiin 85 asunnosta kaikkiaan 72. Kuntotutkimukseen sisältyi myös sähkönladun mittauksia. Kuntotutkimusraportin pohjalta suunniteltiin sähkösaneerauksen tarpeet ja laajuus. Sähkösuunnitelma noudattaa samoja vaatimuksia kuin uudisrakennuskohde. Tämän opinnäytetyön tekemisessä käytettiin FLUKE 434 Power quality analyzer-laitetta sähkönladun mittaukseen ja tuloksia käsiteltiin PowerLog-ohjelmalla. Sähkösuunnitelmat tehtiin Kymdatan valmistamalla CADS-ohjelmistolla.</p> <p>Työn tuloksina taloyhtiölle valmistui sähkötekniinen kuntotutkimus liitteineen sekä sähkösaneeraussuunnitelma, josta taloyhtiö voi toteuttaa haluamansa osan.</p>			
Avainsanat kuntotutkimus, sähkösaneeraus			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Petri Soronen			
Title of Thesis Condition Survey and Reconstruction Plan for the Apartment House Company Kuopion Punapossu			
Date	13 April 2015	Pages/Appendices	52/46
Supervisor(s) Mr. Heikki Laininen, Senior Lecturer Mr. Ari Suopelto, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Apartment house company Kuopion Punapossu			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the final year project was to make an electrical condition survey and electrical reconstruction plan to apartment house company Kuopion Punapossu. The house requires reconstruction and therefore the need for the survey and plan is urgent. The purpose was to estimate the current electrical equipment and the needs for immediate repairs and make modern plans for electrical reconstruction to be done in the future.</p> <p>The work began with meetings, where it was agreed what the necessary work was. Then, 72 apartments of the 85 were inspected and a condition survey was made, which included power quality measurements. Based on the condition survey, a construction plan was made. The electrical plan follows the same requirements as new building sites. The FLUKE 434 Power quality analyzer-device was used for power quality measurements and the results were processed by PowerLog-program. The electric plans were made by using the CADs-software of Kymdata.</p> <p>As a result of this work, the housing association received an electrical condition survey with an appendix and electrical reconstruction plan, which the association may implement partly or completely.</p>			
Keywords condition survey, electrical reconstruction			

## ESIPUHE

Sähkö saneeraukset ovat nykyään ajankohtaisia. Tässä työssä pääsin näkemään vanhan kerrostalon sähköasennusten kunnon sekä tutustumaan rakennusaikaisiin käytäntöihin ja määräyksiin. Savonia-ammattikorkeakoulussa järjestetään yksi kurssi, jossa käsitellään sähkö saneerauksia ja kuntotutkimuksia, mikäli kurssilla on ilmoittautunut tarpeeksi opiskelijoita. Kurssilla ei kuitenkaan käsitellä tarpeeksi laajasti isojen kohteiden kokonaissaneerausta, joten nämä asiat on täytynyt itse opiskella standardeista ja muista ohjeistoista. Työ oli haastava, mutta palkitsevaa.

Haluan kiittää As. Oy Kuopion Punapossun hallitusta, joka on mahdollistanut tämän työn tekemisen tänä vaikean talouden aikana, sekä erityisesti hallituksen jäsentä Eino Oinosta, joka on auttanut ja antanut teknisiä ohjeita työn kuluessa. Kiitoksen kuuluvat myös ohjaavalle valvojalle lehtori Heikki Lainiselle. Erityiskiitos kuuluu myös vaimolleni Maijalle, joka on tukenut ja jaksanut kärsivällisesti minua tätä työtä tehdessäni.

Kuopiossa 13.4.2015

Petri Soronen

# SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	8
2	KUNTOTUTKIMUS .....	9
2.1	Tarve ja laajuus .....	9
2.2	Toteuttaminen .....	9
2.2.1	Aloitutus .....	9
2.2.2	Kuntotutkimuksen suorittaminen .....	10
2.2.3	Välineistö .....	11
2.2.4	Tulosten analysointi .....	11
3	SÄHKÖSANEERAUKSEN SUUNNITTELU .....	12
3.1	Tarveselvitys .....	12
3.2	Hankesuunnittelu .....	13
3.3	Tehon mitoitus .....	14
3.3.1	Kiinteistö .....	14
3.3.2	Huoneistot .....	15
3.3.3	Kiinteistön käyttö .....	16
3.4	Kaapelointi .....	16
3.4.1	Liittymisjohto .....	16
3.4.2	Nousujohtot .....	19
3.4.3	Ryhmäjohtot .....	19
3.5	Keskukset .....	19
3.5.1	Keskustilat ja kaapelireitit .....	19
3.5.2	Ryhmäkeskukset ja ryhmäjohtot .....	20
3.6	Sähköpisteiden sijainnit .....	21
3.6.1	Vanhojen pisteiden ja putkien hyödyntäminen .....	21
3.6.2	Uudet sähköpisteet ja johdotukset .....	22
3.6.3	Kylpyhuoneet ja saunat .....	22
3.7	LVI-järjestelmät .....	26
3.8	Hissit .....	26
3.9	Telejärjestelmät .....	27
3.9.1	Antennijärjestelmä .....	27
3.9.2	Yleiskaapelointi .....	29

3.10	Maadoitukset.....	30
3.11	Muut järjestelmät.....	32
3.12	Sähköselitys .....	33
4	AS. OY KUOPION PUNAPOSSU.....	34
4.1	Kuntotutkimus .....	34
4.1.1	Mittaukset ja tulokset .....	34
4.1.2	Aistinvarainen tarkastus.....	38
4.1.3	Loppupäätelmät .....	40
4.2	Sähköaneeraussuunnitelma.....	40
4.2.1	Projektin aloitus .....	40
4.2.2	Tehon mitoitus.....	40
4.2.3	Kaapelointi ja johtojen valinta .....	41
4.2.4	Keskukset, keskustilat ja kaapelireitit.....	42
4.2.5	Sähköpisteet ja johdotukset.....	43
4.2.6	Telejärjestelmät .....	44
4.2.7	Maadoitus.....	46
4.2.8	Muut järjestelmät ja laitteet .....	47
4.3	Dokumentointi .....	48
4.3.1	Luettelot ja selostukset.....	48
4.3.2	Asema- ja tasopiirrustukset.....	48
4.3.3	Nousu- ja keskuskaaviot .....	48
4.3.4	Tele ja muut kaaviot .....	49
5	YHTEENVETO.....	50
	LÄHTEET .....	51

#### LIITTEET:

LIITE 1: TEHON MITOITUSLASKELMA

LIITE 2: ANTENNILASKELMA

LIITE 3: SÄHKÖSUUNNITELMA

LIITE 4: KUNTOTUTKIMUS

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan työelämäläheiseen aiheeseen. Vuonna 1966 rakennettu as. Oy Kuopion Punapossu tarvitsee sähkösaneeraussuunnitelman tulevaa remonttia varten. Lisäksi tarvetta kiinteistössä on myös kuntotutkimukselle, jossa selvitetään mahdollisia nykyisiä epäkohtia, jotka pitää korjata turvallisuuden vuoksi ennen saneerausta.

Aihe on nykyisin hyvin ajankohtainen. Tilastokeskuksen mukaan vanhojen asuinkiinteistöjen saneerauksia tehtiin vuonna 2013 lähes 6 miljardin euron edestä. Korjaustarve on kuitenkin paljon suurempi.

Tässä työssä tutustutaan tyypillisen suomalaisen kerrostalon kuntotutkimukseen. Työssä esitellään ensin kuntotutkimuksen teoriaa ja käytännön ohjeita sekä tyypillisimpiä puutteita ja vikoja, joita tämänikäisistä kiinteistöissä yleensä on. Seuraavaksi käydään läpi vanhan kiinteistön saneerauksen teoriaa, yleisiä ohjeita ja standardien vaatimuksia.

Työssä ei oteta kantaa kustannuksiin. Ainoastaan sähkönsyötön kahta eri vaihtoehtoa verrataan kustannusten kannalta. Sähkösaneerassuunnitelman tekemisessä on käytetty sähköalan yleistä SFS6000-standardisarjaa sekä sähköinfon toimittamaa ST-kortistoa.



## 2 KUNTOTUTKIMUS

Kuntotutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa olemassa olevien sähköasennusten kuntoa ja suori-  
tuskykyä. Tehty kuntotutkimus toimii täten pohjana uusille suunnitelmille tai kunnossapidolle. Siitä  
nähdään, mitä tarpeita kiinteistöllä on ja pystytäänkö niitä nykyisellä verkolla toteuttamaan. Tavoit-  
teena on saada mahdollisimman luotettava selvitys järjestelmän tilasta (Hovatta ja Kauppi 2011).

Vanhojen kerrostalojen sähköasennukset on suunniteltu rakennusajankohdan mukaiselle käytölle.  
Tämä näkyy nykyään mm. siten, että kerrostalon huoneistojen perussähköistys on hyvin niukka.  
Esimerkiksi kaksiossa voi pistorasioita olla vain 7 kappaletta, joista olohuoneessa, makuuhuoneessa  
ja keittiössä on kussakin 2 kappaletta. Keskukset on suunniteltu näille harvoille käyttöpisteille, joten  
keskuksessa ei ole kuin kolme sulaketta. Vanhoissa kerrostaloissa nousut on toteutettu monesti yk-  
sivaiheisesti, tällöin huoneistojen suurin teho rajoittuu pieneksi (Hovatta ja Kauppi 2011).

### 2.1 Tarve ja laajuus

Kuntotutkimuksen tarve selvitetään yleensä ennen työn aloittamista. Se voidaan tehdä osana suu-  
rempaa korjausinvestoinnin suunnittelua tai kunnossapitosuunnittelua varten. Sähkölaitteiston kunto  
voi olla tarpeen selvittää myös silloin, kun kiinteistön tai sen osan käyttötarkoitus muuttuu. Tällöin  
kuntotutkimus voidaan tehdä koko kiinteistöön tai vain osaan siitä (Hovatta ja Kauppi 2011).

Kuntotutkimuksen laajuus täytyy selvittää tilaajan kanssa ennen työn aloittamista. Yleensä laajuus  
määritetään aloituspalaverissa. Kuntotutkimuksen laajuus määräytyy tutkittavan kohteen tarpeesta.  
Siinä voidaan keskittyä vain tiettyihin asioihin, kuten tele- tai sähköverkkoon tai koko kiinteistön  
sähkölaitteistoon. Asuinkiinteistössä kuntotutkimus voi olla osana suurempaa tutkimusta (Hovatta ja  
Kauppi 2011).

Sähkölaitteiston lakisääteinen määräaikaistarkastus voidaan suorittaa myös samaan aikaan kunto-  
tutkimuksen kanssa, mikäli kuntotutkija on valtuutettu tarkastaja tai hän toimii valtuutetun laitoksen  
toiminnassa (Hovatta ja Kauppi 2011).

### 2.2 Toteuttaminen

#### 2.2.1 Aloitus

Kuntotutkimuksen toteuttaminen alkaa lähtötietojen keräämisellä kohteesta. Kun sopimus kuntotut-  
kimuksesta on tehty, tilaaja antaa kuntotutkijan käyttöön kaikki kiinteistöä koskevat sähkötekniset  
dokumentit. Niitä voivat olla esimerkiksi:

- kohteen sijainti ja kohteen yhteyshenkilön tiedot
- tutkittavan kiinteistön osoite- ja tilavuustiedot
- kohteen piirustusmateriaalit ja tarkastuspöytäkirjat
- käyttö- ja huolto-ohjeet, vikalistat ja tarkastuspöytäkirjat

- energian toimittajat (kopioid laskuista, tariffi ja liittymisoikeus)
- kiinteistössä suoritettut ja suunnitellut korjaukset, kunnossapitosuunnitelma
- käytönjohtaja, sähkötöiden johtaja, isännöitsijä
- tiedot aiemmin tehdyistä tutkimuksista, selvityksistä ja suunnitelmista (Hovatta ja Kauppi 2011).

Kuntotutkija voi tehdä lisätyönä myös käyttäjäkyselyn, mikäli sellaista ei ole tehty kiinteistön omistajan tai isännöitsijän toimesta normaaliin kunnossapitoon kuuluvana kyselynä. Käyttäjäkysely on hyvä tehdä ennakkoon, jotta se on saatavilla, ennen kuin tutkimus alkaa. Kyselyyn on hyvä sisällyttää seuraavia asioita:

- sulakkeiden palamiset
- lamppujen palamiset
- muiden laitteiden viat
- rakennusautomaation toiminta
- hälytysten määrä
- muut ongelmat (Hovatta ja Kauppi 2011).

Aloituspalaveri kiinteistön haltijan, omistajan ja käyttöhenkilökunnan kanssa pidetään lähtötietojen keräämisen jälkeen. Aloituspalaverissa käydään lävitse kuntotutkimuksen aikataulu, kohteen tiedot ja puuttuvien tietojen saaminen. Läsä palaverissa olisi hyvä olla myös sähkö- ja teleteknisiin järjestelmiin vaikuttavat tahot (Hovatta ja Kauppi 2011).

## 2.2.2 Kuntotutkimuksen suorittaminen

Kenttätö jakaantuu kolmeen osaan: aistinvarainen havainnointi, mittaukset ja tarvittaessa näytteidenotto. Kuntotutkijan on tärkeää tutustua saatavilla olevaan aineistoon, kuten piirustuksiin ja muihin dokumentteihin. Tärkeää on kuitenkin huomata, etteivät asennukset välttämättä vastaa dokumentoitua. Aistinvaraisissa havainnoissa tärkeää on huomata näkyvien osien kunto ja mahdolliset vauriot ja puutteet sekä äänihavainnot eri laitteista. Näillä tiedoilla saadaan jo varsin hyvä kuva järjestelmän kunnosta (Hovatta ja Kauppi 2011).

Kuntotutkimuksen aikana on hyvä tehdä mittauksia. Hyvän kuvan järjestelmän riittävydestä saamme, sillä, että mittaa huoneiston jännitetaso kaukaisimmasta pisteestä. Vanhoissa järjestelmissä jännitteenalenemaa voi tulla jopa useita prosentteja yli sallitun suurimman kuormituksen aikana. Sähkönlaatuanalysointilla suoritettavista sähkönlaatumittauksista pääkeskuksella saadaan selville mahdollisia häiriöitä (Hovatta ja Kauppi 2011).

Mikäli edellä olevilla keinoilla ei saada riittäviä tuloksia, voidaan kohteesta ottaa lisäksi näytteitä, kuten pistorasioiden ja kytkimien tarkempia tutkimuksia. Tällöin ne aukaistaan ja kokeillaan laitteiden kunto sekä eristystaso (Hovatta ja Kauppi 2011).

### 2.2.3 Välineistö

Kuntotutkija tarvitsee kenttätöössään monenlaisia työkaluja. Yleisimpiä ja tärkeimpiä työkaluja ovat:

- yleismittari
- pihtivirtamittari
- eristysresistanssimittari
- jännitetyökalut
- kamera
- muistiinpanovälineet
- taskulamppu
- keskusavaimia (Hovatta ja Kauppi 2011).

### 2.2.4 Tulosten analysointi

Kuntotutkimusta suorittaessaan tutkija saa paljon tietoa järjestelmästä. Koska kaikki tieto ei välttämättä ole tilaajalle tarpeellista eikä tämä välttämättä osaa sitä tulkita, täytyy kuntotutkijan koostaa tieto raporttiin. Raportissa työn suorittaja analysoi, tulkitsee ja tekee johtopäätökset saadusta tiedosta ja esittää korjaus- sekä toimenpide-ehdotuksia kiinteistön omistajalle. Saatu tieto analysoidaan S2010-sähkönimikkeistön mukaisesti järjestelmäkohtaisesti. Mittaustulokset täytyy esittää siten, että saatavilla on myös tyypilliset raja-arvot kullekin mittaukselle. Näin tilaaja ymmärtää tulosten antaman kuvan sähköjärjestelmän tilasta (Hovatta ja Kauppi 2011).

### 3 SÄHKÖSANEERAUKSEN SUUNNITTELU

Kerrostalojen saneeraukset ovat yleistyneet 2000-luvun aikana. Korjausrakentamista tarvitaan ennen 70-lukua rakennettuihin kiinteistöihin. Sähkösaneeraus on siis hyvä tehdä samaan aikaan tapahtuvaksi vesi- ja viemärisaneeraukseen kanssa, koska tällöin yleensä rakenteita aukaistaan sen verran, että sähkötekniikkaa on helpompi uusida (Mustonen 2009).

Vuosien 1950 - 1970 välisenä aikana uudisrakentamisessa ei osattu ottaa huomioon järjestelmän muunneltavuutta. Tällöin perinteisessä sähköjärjestelmässä ei otettu huomioon nykypäivän vaatimuksia. Viime vuosisadan alussa kuitenkin on tehty paremmin muunneltavia järjestelmiä: tällöin johdot on suunniteltu ja mitoitettu riittäviksi ottaen huomioon myös laajennustarpeet (Hieta-Wilkman ja Kovalainen 2001).

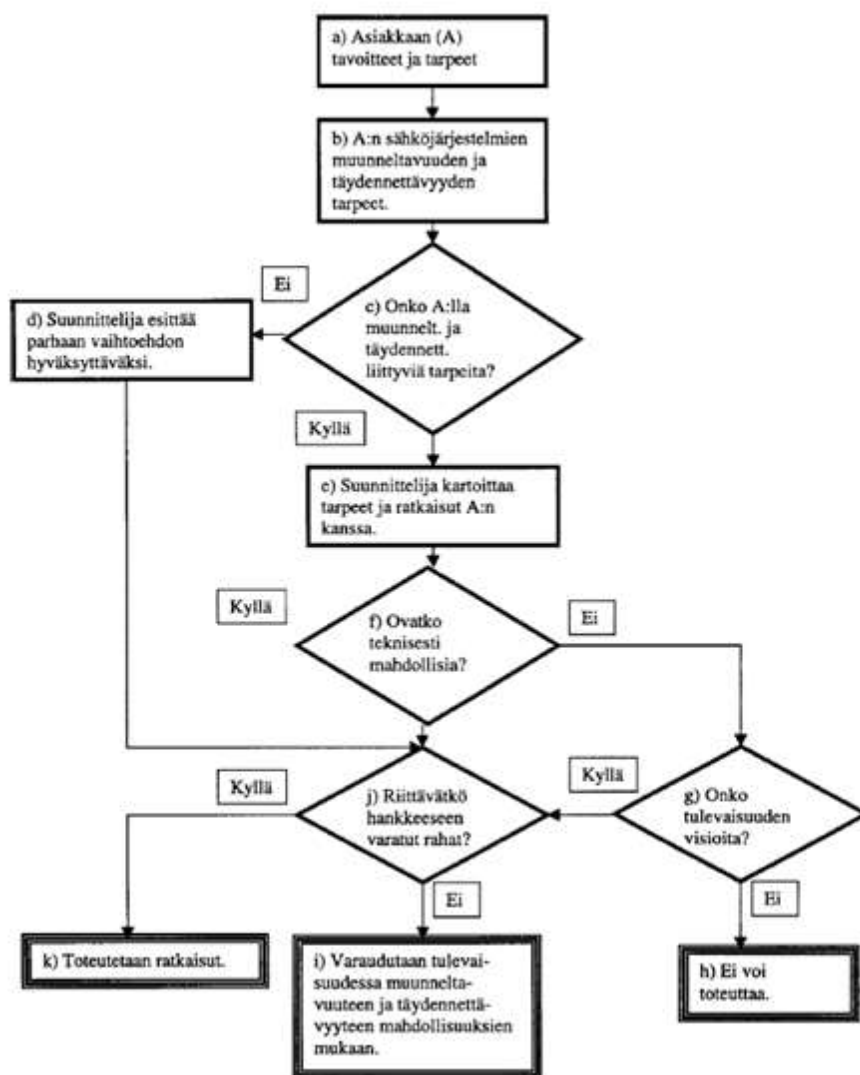
Hyvää suunnittelua ei ole myöskään aina arvostettu. Sähkösuunnittelun lähtökohtana on asukkaan tarpeet huomioon ottava suunnitelma, joka on taloudellinen, monipuolinen ja kestävä. Muunneltavuus on hyvä ottaa tulevaisuutta ajatellen huomioon, myös korjausrakentamisessa (Hieta-Wilkman ja Kovalainen 2001).

#### 3.1 Tarveselvitys

Saneerauksen suunnittelu alkaa tilanteen kartoittamisella, jossa selvitetään nykyverkon tila ja mahdolliset lisäystarpeet. Suunnittelijan tehtäviin kuuluu selvittää sähkökäyttäjien tarpeet, joihin voi vaikuttaa mm. käyttäjien liikkumisrajoitteet. Tällöin voi olla tarpeen esimerkiksi pistorasioiden korkeuden muuttaminen. Saneerauksessa tämä voi tarkoittaa sitä, että vanha sähköjärjestelmä jätetään kokonaan käyttämättä ja rakennetaan täysin uusi järjestelmä, koska korkeuden muutoksia ei välttämättä voida suoraan toteuttaa (Hieta-Wilkman ja Kovalainen 2001).

Monesti tarveselvityksen ongelma on se, että tilaaja ei tiedä, mitä tahtoo. Tämä käy ilmi myös siitä, että tilaaja ei halua maksaa laadukkaasta tarveselvityksestä ylimääräistä tai ei halua sisällyttää suunnitteluun kaikkia vaiheita. Suunnittelijan tehtävänä onkin selvittää erilaisia vaihtoehtoja, joista asiakas valitsee sopivimman tai yhdistelee niitä. Tällöin voidaan miettiä eri vaihtoehtojen etuja ja haittoja sekä toteutusten hintaa (Hieta-Wilkman ja Kovalainen 2001).

Ammattitaitoinen sähkösuunnittelu on siis korvaamatonta. Mikäli suunnittelutyötä ei tehdä kunnolla tai siinä ei oteta huomioon kaikkia asioita, ei kolmaskaan osapuoli välttämättä huomaa mahdollisia puutteita. Kuvassa 1 on esitetty saneerauksen suunnitteluprosessi, jossa suunnittelija selvittää korjausten laajuuden ja resurssit. Näiden avulla suunnittelija päättää, onko suunnitelma toteutuskelpoinen (Hieta-Wilkman ja Kovalainen 2001).



KUVA 1. Tarvekartoitusprosessi muunneltavuuden kannalta (Hieta-Wilkman ja Kovalainen 2001)

Kuvan 3.1 kohdissa a - c voi suunnittelija käyttää apunaan raportteja ja vikatilastoja sekä kuntotutkimuksia (Hieta-Wilkman ja Kovalainen 2001).

### 3.2 Hankesuunnittelu

Sähkösuunnittelija on yleensä ensimmäistä kertaa mukana hankesuunnitteluvaiheessa. Projekti alkaa yleensä rakennuttajan kanssa pidetyllä kokouksella, jossa määritellään yleinen varustelutaso sekä kaikkien muiden järjestelmien tarvitsemat sähköistykset. Rakennuttaja antaa myös muita tietoja kohteesta, kuten sijainnin, nimen ja muiden suunnittelijoiden yhteystiedot (Karimäki 2005).

Varustelutasosta on Karimäki tehnyt opinnäytetyöhönsä taulukon 3.1, jonka mukaan perustason suunnittelua voidaan tehdä. Taulukko 1 perustuu ST25.21-korttiin (Karimäki 2005).

TAULUKKO 1 Asuntojen yleinen varustelutaso (Karimäki 2005)

HUONE	SAHKO- JA TELEPISTORASIAT			VALAISTUS
	pistorasiat	antennipisteet	yleiskaapelointipisteet	
ET	2-osainen pistorasia	-	1 x 1 os. RJ-45-rasia	valaisinrasia, ohjattuna tarpeen mukaan
K	ylimalaitteille, mikroille, astianpesukoneelle, liesituuletimelle, työtasolle ja ruokailutilaan	-	-	yleisvaloksi valaisin/valaisinpistorasia, ruokailutilan keskelle valaisinpistorasia, työtasolle kytkimelliset ja pistorasialliset loistevalaisimet
OH	2+1 rasia antenni- ja yleiskaapelointipisteiden yhteyteen ja muutama kaksoisrasia muualle	2 kpl	1 x 2 os. RJ-45 rasia	himentimellä ohjattu valaisinpistorasia, kruunukytkimellä ohjattu valaisinpistorasia
MH	2+1 rasia antenni- ja yleiskaapelointipisteiden yhteyteen ja muutama kaksoisrasia muualle	1kpl	1 x 2 os. RJ-45 rasia	valaisinrasia keskellä huonetta
WC	2-osainen pistorasia pyykinpesukoneelle	-	-	Peilivalaisimeksi pistorasiallinen loisteputkivalaisin ja yleisvaloksi kattovalaisin valaisimia ohjataan kytkimillä sisäpuolelta
PH	vikavirtasuojalla suojatut 2-osaiset pistorasiat pesukoneelle	-	-	Peilivalaisimeksi pistorasiallinen loisteputkivalaisin ja yleisvaloksi kattovalaisin valaisimia ohjataan kytkimillä sisäpuolelta
S	kiukaan liitäntä	-	-	seinävalaisin, ohjataan pesuhuoneesta
P	vikavirtasuojalla suojattu sisältä ohjattava pistorasia	-	-	-

### 3.3 Tehon mitoitus

Varsinainen suunnittelutyö alkaa yleensä tehon mitoituksella. On tärkeää tietää kiinteistön ja huoneistojen tehot erikseen arvioituina. Näiden tietojen avulla voidaan laskea kaikkien pää- ja nousujohdojen koot ja pystytään arvioimaan kiinteistön tulevaa kulutusta. Tehojen mitoitusta voidaan joutua muuttamaan kesken suunnittelun, kun selviää, millaisia laitteita asennetaan. Sähköliittymän oikea mitoitus onkin hyvin tärkeää. Suunnittelijan täytyy ottaa huomioon tulevaisuuden tarpeista johtuvat tehon kasvut, mutta myös turhaa ylimitoitusta tulee välttää (Finni, Hietaniemi ja Karppinen 2001).

#### 3.3.1 Kiinteistö

Pääsulake ja liittymisjohto on määriteltävä kaikille kiinteistöille, olivatpa ne sitten saneeraus tai uudiskohteita. Ohjeita mitoitukseen löytyy mm. ST-kortista ST 13.31 (Finni ym. 2001). Taulukossa 2 on esitetty Senerin julkaisemia laskentamalleja erilaisten huipputehojen määrittämiseen.

TAULUKKO 2 Huipputehojen laskentamalleja (Finni ym.2001.)

Asuinrakennukset		Huomautuksia
Kerros- ja rivitalot:	Huipputeho [kW]	$A_{ks} = \text{kerrosala [m}^2\text{]}$
1 Ilman kiukaita	$P_{max} = P_{iz} + 17 \cdot A_{ks} / 1000$ $P_{iz} = 65 \text{ kW}$	Soveltuu, jos $A_{ks}$ on vähintään 2500 m <sup>2</sup> . Pienemmissä $P_{iz}$ korvataan arvolla: $P_{iz} = A_{ks} / 2500 \cdot P_{iz}$ $P_{iz}$ vähintään 30 kW
2 Huoneistokohtaiset kiukaat	$P_{max} = P_{iz} + 24 \cdot A_{ks} / 1000$ $P_{iz} = 90 \text{ kW}$	
Pienet rivitalot:	Huipputeho [kW]	Rivitalot, joissa 5-15 huoneistoa; $A_{um} = \text{lämmitetty pinta-ala [m}^2\text{]}$
1 Ei sähkölämmitystä, kiuas on	$P_{max} = 30 + 26 \cdot A_{um} / 1000$	
2 Suora sähkölämmitys, kiuas	$P_{max} = 30 + 64 \cdot A_{um} / 1000$	Käyttöveden lämmitys jatkuvana tai yöllä
3 Suora sähkölämmitys, kiuas tai kiuasvaraus	$P_{max} = 30 + 49 \cdot A_{um} / 1000$	Käyttöveden lämmitys yöllä
Omakotitalot ja erittäin pienet rivitalot:	Huipputeho [kW]	Maksimi 4 rivitalohuoneistoa tai omakotitalot; $A_{um} = \text{lämmitetty pinta-ala [m}^2\text{]}$
1 Ei sähkölämmitystä, kiuas on	$P_{max} = 7,5 + 26 \cdot A_{um} / 1000$	
2 Suorasähkölämmitys, kiuas	$P_{max} = 7,5 + 64 \cdot A_{um} / 1000$	Käyttöveden lämmitys jatkuvana tai yöllä
3 Suora sähkölämmitys, kiuas tai kiuasvaraus	$P_{max} = 7,5 + 49 \cdot A_{um} / 1000$	Käyttöveden lämmitys yöllä
Paikoitusalueet:		$N_{aut} = \text{lämmitettyjen autopaikkojen lukumäärä}$ $P_{ps} = \text{pysäköintialueen huipputeho [kW]}$
1 Pysäköintialue	$P_{ps} = 10 + 0,5 \cdot N_{aut}$	
Huomautukset: Liittymisjohdon virtaa määritettäessä tulee huomioida kuormituksen tehokerroin $\cos \varphi$ . Jos loistehon osuus on vähäinen, voidaan arvioida $\cos \varphi = 0,96$ .		

Taulukossa 2 olevat laskentamallit pätevät yleensä kaikissa olosuhteissa. Joissain erityisissä tilanteissa voi olla tarvetta käyttää kohdan 4.2.2 mukaisia mitoitusapoja (Finni ym. 2001).

### 3.3.2 Huoneistot

Huoneistojen tehot saadaan laskettua kaavalla 1. Tehot täytyy laskea jokaiselta huoneistolta erikseen, koska tämän avulla lasketaan huoneiston jännitteenalenema, koska monesti huoneistoissa on vielä eritehoisia laitteita käytössä (Finni ym.2001).

$$P_{hmax} = P_{hläm} + P_{aläm} + P_{LVV} + P_{kev} + (P_{kk} + p_{val} \cdot \frac{A_h}{1000}) \quad (1)$$

$P_{hläm}$  = sähkölämmityksen teho, kW

$P_{aläm}$  = autolämmityksen teho, kW

$P_{LVV}$  = lämmivesivaraajan teho, kW

$A_h$  = huoneiston pinta-ala, m<sup>2</sup>

$P_{kev}$  = kiukaan ei vuoroteltu osa, kW

$P_{kk}$  = kojekuorma, 5 kw

$p_{val}$  = valaistuskuorma, 10 W/m<sup>2</sup>.

### 3.3.3 Kiinteistön käyttö

Tehon mitoitus kiinteistön omalle käytölle pitää laskea summittaisesti. Tässä pitää ottaa huomioon kaikki laitteistot mitä kiinteistössä on käytössä. Näihin lasketaan valaistus, LVI-laitteistot, hissit, saunat yms. sähkölaitteistot. Näistä saa sellaisen kokonaisuuden joista arvoidaan tarvittava teho ja sen perusteella mitoitus voidaan tehdä. Kiinteistön omalle käytölle pääkeskuksessa varataan kulutusmittari, jonka takana kaikki oma kulutus sijaitsee. Pääsulakkeet mitoitetaan tehon perusteella (Finni ym. 2001).

### 3.4 Kaapelointi

Tärkeä osa suunnittelutyötä on oikean kaapeloinnin suunnittelu. ST-kortti ST 13.31 (Finni ym. 2001) kertoo, että kaapeloinnissa on otettava huomioon seuraavat 6 asiaa, jotka ovat samat kaikissa tehoa siirtävissä kaapeleissa:

- mekaaninen kestävyys, johdon on kestävä käyttöpaikan rasituksia ja se on tarvittaessa suojattava.
- kuormitusvirran kestävyys, johto ei saa ylikuumeta kuormitusvirrasta.
- oikosulkuvirran kestävyys, johto ei saa oikosulun ylikuorman aikana ylikuumeta.
- jännitteenaleneman rajoittaminen, jotta standardin SFS 6000-5-52 vaatimukset jännitteenalenamasta tulevat täytetyksi, voidaan johdon poikkipintaa kasvattaa.
- riittävän oikosulkuvirta, jotta standardin SFS 6000-4-43 mukaiset oikosulun poiskytkentäajat täyttyvät, pitää johdon oikosulkuvirrat olla tarpeeksi suuria.
- elinkaarikustannukset

#### 3.4.1 Liittymisjohto

Liittymisjohto valitaan saneerauskohteeseen kuten uudiskohteeseen. Kaapelia valittaessa menetellään seuraavasti: Alkuun täytyy tietää johdolle tuleva kuormitus, ja se voidaan laskea kaavalla 2

$$I_{max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,96} \quad (2)$$

Tämän virran  $I_{max}$  avulla valitaan sulakekoko joka kestää ko. virran. Seuraavaksi valitaan taulukosta 3 sulaketta vastaava kuormitusvirta, jonka johdon on kestävä. Laskennassa on otettava lisäksi huomioon vallitsevat olosuhteet, ja ne voidaan katsoa taulukosta 4. Kaavalla 3 voimme nyt laskea virran, jonka kaapelin on kestävä, ja taulukosta 5 etsimme asennustapaa ja virtaa vastaavan poikkipinnan (Tiainen 2012).

$$I_{kestävyys} = \frac{I_{sulake}}{k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_{\infty}} \quad (3)$$



TAULUKKO 3 Johtojen pienimmät kuormitettavuudet Gg sulakkeilla (Tiainen 2012)

gG-tyyppisen sulakkeen suurin sallittu nimellisarvo A	Jobdon sallittu kuormitus vähintään A
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883
1000	1103
1250	1379

TAULUKKO 4 Ympäröivien olosuhteiden korjauskertoimet (Tiainen 2012)

Maan lämpötila °C	Korjauskertoimen johtimen eristeen mukaan						
	PVC			PEX ja EPR			
0	1,13			1,10			
5	1,09			1,06			
10	1,05			1,03			
15	1,00			1,00			
20	0,95			0,96			
25	0,90			0,93			
30	0,85			0,89			

Lämpöeristävyyden, K m/W	0,7	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
Korjauskertoimen	1,1	1,0	0,92	0,85	0,75	0,69	0,63

Maalaji	Lämpöeristävyyden, K m/W
Kuiva hiekka (kosteus 0 %)	3,0
Kuiva sora tai savi	1,5
Puolikuiva sora, suomuta ja hiekka (kosteus 10 %)	1,2
Puolikuiva savi ja kostea sora	1,0
Kostea savi ja hiekka (kosteus 25 %)	0,7

Sijoitus (kaapelit koskettavat toisiaan)	Virtapiirien tai monijohdotuskaapeleiden lukumäärä											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Nipussa ilmassa, pinnalla, upotettuna tai kotelo sisällä	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
Yhdessä kerroksessa seinällä, lattialla tai rei'itetyllä kaapelihyllyllä	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71			
Yhdessä kerroksessa kiinnitettyä suoraan puokotteen alapuolelle	0,95	0,85	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61			
Yhdessä kerroksessa rei'itetyllä kaapelihyllyllä vaak- tai pystysuunnassa	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
Yhdessä kerroksessa tikkailla, tulla tai kiinnikkeillä	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

TAULUKKO 5 Johtojen kuormitettavuudet (Tiainen 2012)

Johtimen nimitys- pinta (mm <sup>2</sup> )	SPS 6000:n mukaiset arvoautavat			
	A	C	D	E
<b>Kupari</b>				
1,5	14	18,5	26	19
2,5	19	25	35	26
4	24	34	46	36
6	31	43	57	45
10	41	60	77	63
16	55	80	100	85
25	72	102	130	107
35	88	126	160	134
50	105	153	190	162
70	133	195	240	208
95	159	236	285	252
120	182	274	325	292
150	208	317	370	338
185	236	361	420	386
240	278	427	480	456
300	316	492	550	527
<b>Alumiini</b>				
16	43	62	78	65
25	56	77	100	83
35	69	95	125	102
50	83	117	150	124
70	104	148	185	159
95	125	180	220	194
120	143	209	255	225
150	164	240	280	260
185	187	274	330	297
240	219	323	375	350
300	257	372	430	404

Seuraavaksi valintaan vaikuttaa jännitteenalenema. Mikäli matka on pitkä, voidaan kaapelin poikkipintaa nostaa. Kaavalla 4 lasketaan jännitteenalenema johdon päässä (Tiainen 2012).

$$U_a = I_p * r * l + I_q * x * l \quad (4)$$

Kaavaan tarvitaan seuraavat tiedot:

$I_p$  = pätövirta,  $I * \cos \varphi$

$I_q$  = loisvirta,  $I * \sin \varphi$

$r$  = johdon resistanssi  $\Omega/\text{km}$

$x$  = johdon reaktanssi  $\Omega/\text{km}$

$l$  = johdon pituus.

Viimeisenä vaikuttavana tekijänä on oikosulkuvirta, joka täytyy olla riittävän suuri, jotta poiskytkentäajat toteutuvat. Kiinteillä asennuksilla ne ovat enintään 5 s. Oikosulkuvirran suuruuden voi laskea kaavalla 6 ja siinä apuna täytyy käyttää kaavaa 5 (Tiainen 2012.)

$$Z = Z_v + (z_1 + z_2) * l \quad (5)$$

$Z$  tarkoittaa oikosulkua vastaavaa impedanssia ja  $Z_v$  on edeltävän verkon impedanssi.  $z_1$  on vaihejohdon impedanssi ja  $z_2$  suojajohtimen impedanssia. Tämä siksi, että koko kaapelin edestakainen matka saadaan laskettua. Ja viimeisenä  $l$  tarkoittaa matkaa. Mikäli käytetään rinnakaisia johtoja,

täytyy kaava 5 kertoa kertoimella 1,7 käytettäessä kaapelia, kertoimella 1,25 AMKA- johtimilla ja AXMK kaapelilla käytettäessä kerrointa 2 (Tiainen 2012, Energiateollisuus 2008).

$$I_k = \frac{0,95 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot Z} \quad (6)$$

Mikäli oikosulkuvirta ei ole riittävä, täytyy johdon poikkipintaa kasvattaa.

Kuitenkin monilla energiayhtiöillä on omat käytäntönsä uusien liittymiskaapeleiden asennuksissa. Kuopion energia asentaa isojen kiinteistöjen syöttökaapeliksi AXMK 4x185 kaapelia ja tarvittaessa se voidaan tuplata (Tiainen 2012, Saastamoinen 2014).

### 3.4.2 Nousujohtot

Nousujohtojen valinta toteutetaan periaatteessa samalla tavalla kuin liittymisjohdonkin. Sulakkeet valitaan keskusten tehojen mukaan ja kaapelin valintaan voidaan käyttää kaavaa 3.4 käyttäen uusia korjauskertoimia ja sulakkeiden arvoja (Finni ym. 2001).

### 3.4.3 Ryhmäjohtot

Ryhmäjohtojen valinta perustuu suoraan oikosulkuvirtaan. Yleensä 10 A sulakkeella on 1.5 mm<sup>2</sup> johtimet ja 16 A sulakkeella 2.5 mm<sup>2</sup> johtimet. Jos oikosulkuvirta tai jännitteenalenema poikkeaa liikaa standardista, täytyy poikkipintaa nostaa seuraavaan kokoon (Tiainen 2012).

## 3.5 Keskukset

### 3.5.1 Keskustilat ja kaapelireitit

Vanhassa kerrostalossa keskustilat on mitoitettu rakentamis ajankohdan mukaisesti. Tällöin niissä harvoin on tilaa nykyvaatimuksien mukaisille keskuksille. ST-käsikirja 35 (Autio 2002) kertoo, että pääkeskustiloille on myös vanhoissa, yli 12 huoneiston kerrostaloissa oltava oma huone, jossa on tilaa taulukon 6 mukaisesti. Tilantarve asuinrakennuksissa voidaan määritellä myös seuraavalla tavalla:

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| - 1-12 asuntoa  | 3 m <sup>2</sup> |
| - 13-48 asuntoa | 4 m <sup>2</sup> |

TAULUKKO 6 Keskustilojen tilantarve kiinteistöissä (Autio 2002)

Rakennuksen tai sen osan bruttoala m <sup>2</sup>	Julkiset rakennukset  m	Liike- rakennukset  m	Toimisto- ja majoitus- rakennukset  m	Kevyen teollisuuden rakennukset  m
1 000	6,6	7,8	6,6	7,2
2 000	7,2	8,4	7,8	8,4
3 000	7,8	9,0	9,0	9,0
4 000	8,4	10,0	11,5	10,0
5 000	8,4	11,5	12,0	11,5
6 000	9,0	12,0	13,0	12,0
7 000	10,0	13,0	14,0	13,0
8 000	10,5	14,0	15,0	14,0
9 000	11,5	15,0	16,0	15,0
10 000	12,0	16,0	17,0	16,0
20 000	16,0	21,0	21,0	19,0
30 000	19,0	24,0	27,0	24,0
40 000	21,0	30,0	30,0	27,0
50 000	24,0			30,0

Nousujohtoja varten täytyy rakentaa yksi nousukuilu jokaista alkavaa 500 m<sup>2</sup> kerroksen pinta-alaa kohti. Kuitenkin telejärjestelmille tulee tehdä kaikissa yli kolmikerroksisissa rakennuksissa erillinen kuilu, jolla vältetään häiriöiltä televerkossa (Autio 2002).

Televerkon talojakamoksi suositellaan tilaa, josta on hyvät kaapelitiet muualle rakennukseen, jotta verkon huolto olisi mahdollista ja tarkoituksenmukaista sekä asiattomien pääsy tilaan voitaisiin estää. Kun yleiskaapelointia käytetään puhelinsisäverkkona, pitää jakamotilan olla siihen soveltuva sekä lukittavissa, ettei tietoturva vaarannu. Taulukossa 7 on esitettyä talojakamon minimikoot (Autio 2002).

TAULUKKO 7 Talojakamon minimikoot (Autio 2002)

Huoneistoja kpl	Talojakamon minimikoko pinta-ala/m <sup>2</sup>
10	6
50	10
100	12
200	12
500	20
1 000	25

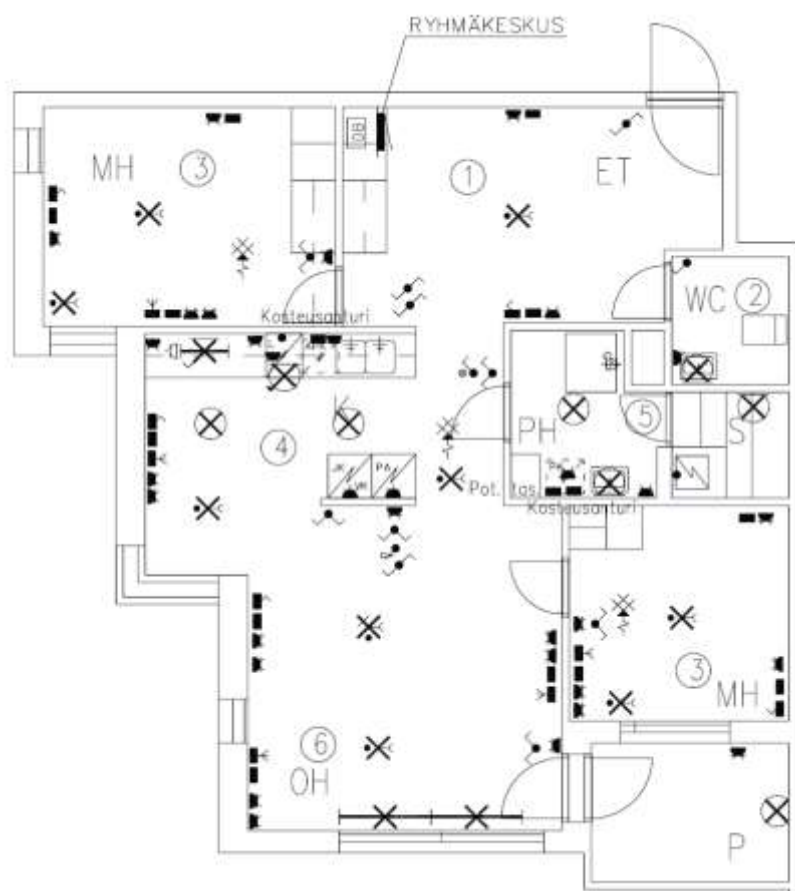
### 3.5.2 Ryhmäkeskukset ja ryhmäjohdot

Ryhmäkeskusten tarkoitus on jakaa pääkeskukselta tuleva sähkö tilan muille käyttöpisteille. Ryhmäkeskukset sijaitsevat yleensä kyseisen tilan keskeisimmällä paikalla, tai siellä, missä sille on edullisin

sijainti. Keskuksilta energiaa kuljettavat ryhmäjohdot, jotka puolestaan sijoitetaan yleensä putkiin (Autio 2002).

### 3.6 Sähköpisteiden sijainnit

Tasoluokituksia erilaisille varusteluille on olemassa monenlaisia. Uudisrakennuksissa käytetään tasoluokituksiin ST-korttia 25.21 (Nyman 2001), mutta sitä voidaan soveltaa myös saneerauksiin. Kuvassa 2 on kyseisen ST-kortin esimerkki varustetasosta. Vaikka ST-kortti on tehty 2000-luvun alussa, on se vielä käyttökelpoinen.



KUVA 2 Sähköinen varustetaso kerrostalohuoneistossa 2000-luvun alussa (Nyman 2001)

Eroja nykypäivään ovat mm. puhelinpisteiden muuttuminen ATK-pisteiksi, kruunvalopistorasioiden muuttuminen tavallisiksi valaisinpistorasioihin ja makuuhuoneen pistorasioiden sijainti oletetun sängyn vierellä.

#### 3.6.1 Vanhojen pisteiden ja putkien hyödyntäminen

Sähkösaneerauksessa on tarkoituksenmukaista käyttää vanhoja sähköpisteitä ja johtoreittejä uudistetussa järjestelmässä. Esimerkiksi valaisimet kannattaa sijoittaa vanhoille paikoille, niin että uusia putkireittejä ei tarvitse tehdä kattoon. Mikäli vanhoja johdotuksia on tarkoitus jättää käyttöön, on niiden kunto ja ikä huomioitava ja tehtävä tarpeellisia tutkimuksia, jotta niiden käyttö on turvallista.

Mikäli tilan käyttötarkoitus on muuttunut, on asennusten vastattava tilan nykyisiä vaatimuksia (Kauppila 2013).

Yleensä monissa saneerauksissa johdot uusitaan täysin vastaamaan nykypäivän vaatimuksia, koska vanhat johdot eivät sovellu uuteen käyttöön. Mikäli vanha järjestelmä jää vain osittain käyttöön, on sen täytettävä automaattisen poiskytkennän vaatimukset (Kauppila 2013).

### 3.6.2 Uudet sähköpisteet ja johdotukset

Olo- ja makuuhuoneet, sekä eteiset ja keittiöt ovat kuiviksi tiloiksi luokiteltavia tiloja ja niissä voidaan käyttää IPX0-luokan laitteita. Tämä tarkoittaa sitä, että kyseisen laitteen saa asentaa kuivaan tilaan. Kuiviksi tiloiksi lasketaan mm. asuinhuoneet, keittiöt, myymälät ja sellaiset tilat, joissa ilma on niin kuivaa, ettei siellä normaalisti tiivisty kosteutta pinnoille. Kuitenkin perussuojauksen vuoksi täytyy IP-luokan ensimmäinen numero olla vähintään 2 (Täydentävät vaatimukset 2012).

Olo- ja makuuhuoneisiin laitetaan tarpeellinen määrä pistorasioita sekä yleensä yhdet kappaleet antenni- ja ATK-pisteitä. Eteiseen sijoitetaan kaksiosainen pistorasia sekä puhelimelle ATK-piste. Valaistukset on hyvä pitää vanhoissa pisteissä (Nyman 2001).

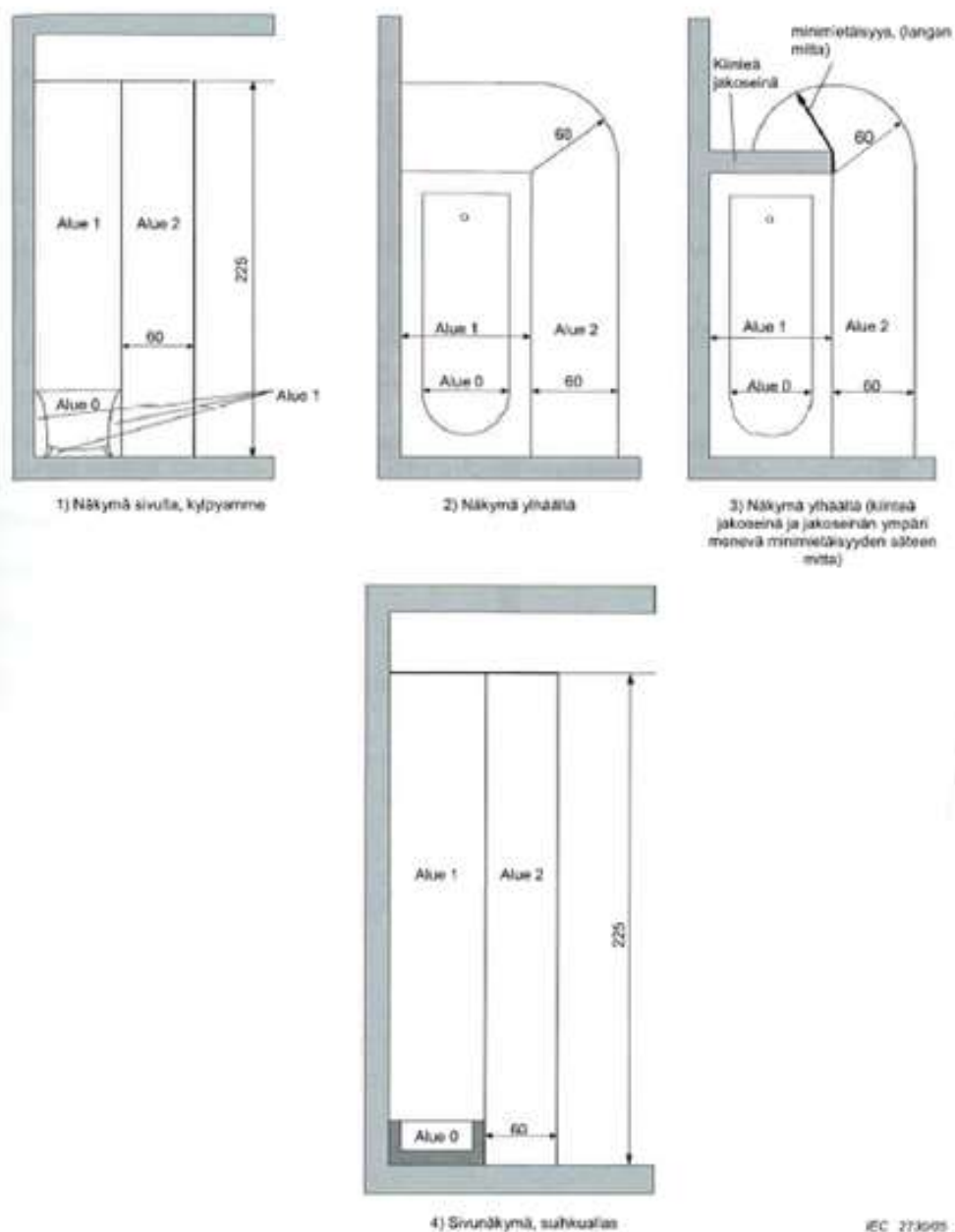
Koska sähkösaneeraus tehdään yleensä yhdessä käyttövesiputkien saneerauksen yhteydessä, on hyvä remontoida koko kylpyhuone. Siksi kylpyhuoneen asennukset uusitaan täydellisesti ja lisäksi asennetaan tarvittaessa lisäpotentiaalin taseus. Kylpyhuoneisiin asennetaan myös mukavuuslattialämmitys n. 100 W/m<sup>2</sup> periaatteella. Kylpyhuoneeseen sijoitetaan yksi valaisin kattoon sekä pistorasiolla varustettu peilivalaisin (Nyman 2001; Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Kylpy- ja suihkutilat 2012).

Keittiöihin asennetaan lisää pistorasioita tarpeen mukaan. Pistorasioita laitetaan myös erillisille laitteille, kuten liesikuvuille, mikroille ja astianpesukoneille. Jääkaappi-pakastin yhdistelmälle laitetaan omalla ryhmällä toimiva pistorasia. Kaikkien työtasojen valaisimiksi valitaan loisteputkivalaisimia, muuten tilan valaistus hoidetaan vanhalla kattovalopisteellä (Nyman 2001).

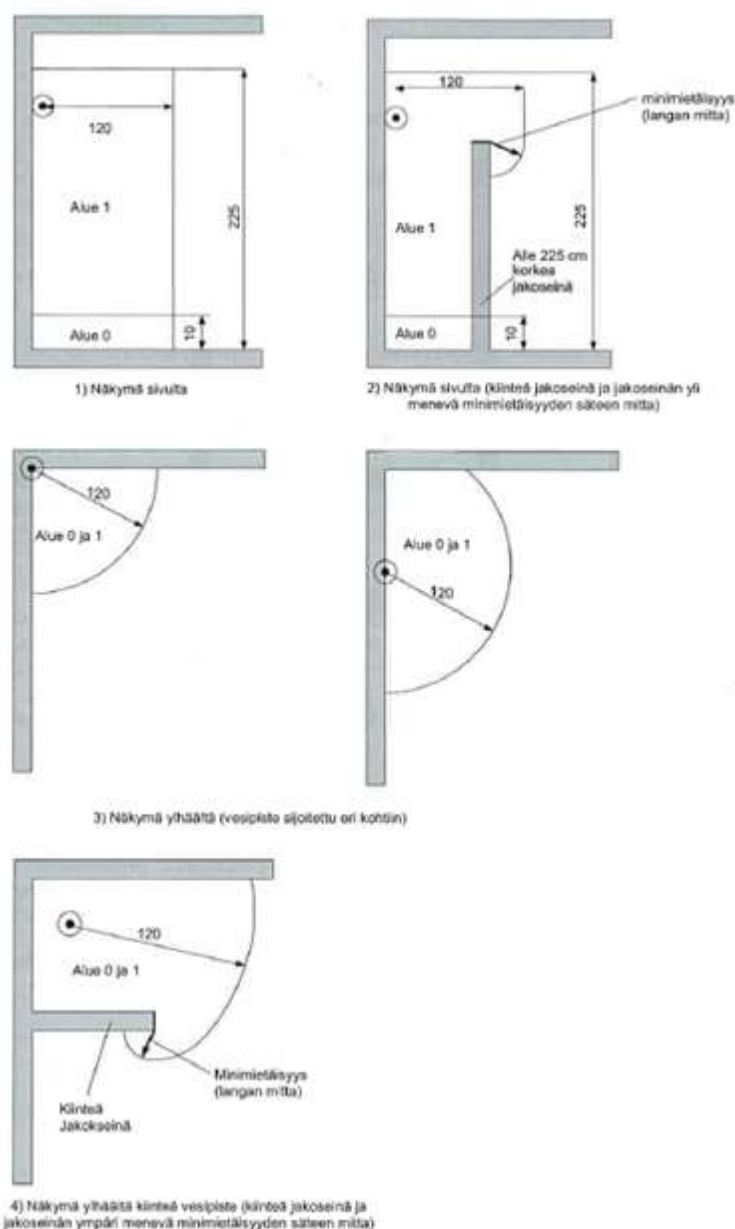
Parveke luokitellaan ulkotilaksi muuttuvien lämpötilojen ja kosteuden esiintymisen vuoksi. Sinne sijoitetaan kytkimellä ohjattu pistorasia ja valaisin. Parvekkeelle sijoitettavat valaisimet ja pistorasiat on hyvä asentaa siten, että vesi ei voi suoraan sataa laitteiden päälle. Ulkotiloissa pitää IP-luokka olla kuitenkin vähintään IP3X (Täydentävät vaatimukset 2012).

### 3.6.3 Kylpyhuoneet ja saunat

Kylpyhuoneita koskevat määräykset löytyvät standardista SFS6000-7-701. Standardissa kerrotaan, että kylpyhuoneet jaetaan 0, 1 ja 2- alueisiin, jotka ovat esitettyinä kuvissa 3 ja 4



KUVA 3 Altaiden tai ammeiden sisältämien kylpyhuoneiden alueet ja niiden mitat (Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Kylpy- ja suihkutilat 2012)



KUVA 4 Suihkutilojen alueiden mitat (Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Kylpy- ja suihkutilat 2012)

Alueeksi 0 määritellään altaan sisäpuoli tai ilman allasta olevan suihkutilan lattiasta 10 cm korkeudelle ulottuva, alueen 1 alapuolinen alue. Alue 1 rajautuu alueen 0 yläpuolelle, ja sen yläraja on 225 cm korkeudessa, tai kiinteään suihkusuutimen alarajaan, mikäli se on yli 225 cm lattiasta. Sivusuunnassa alue rajautuu altaan ulkoreunoihin tai 120 cm: kiinteästä vesipisteestä. Alue 2 on käytössä ainoastaan, mikäli tilassa on allas. Se rajautuu lattiasta 225 cm korkeudelle, tarvittaessa korkeammalle mikäli kiinteä suihkusuutin on ylempänä. Sivusuunta rajautuu 60 cm etäisyydelle alueen 1 reunasta. Alueet on esitettyinä kuvissa 3 ja 4 (Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Kylpy- ja suihkutilat 2012).

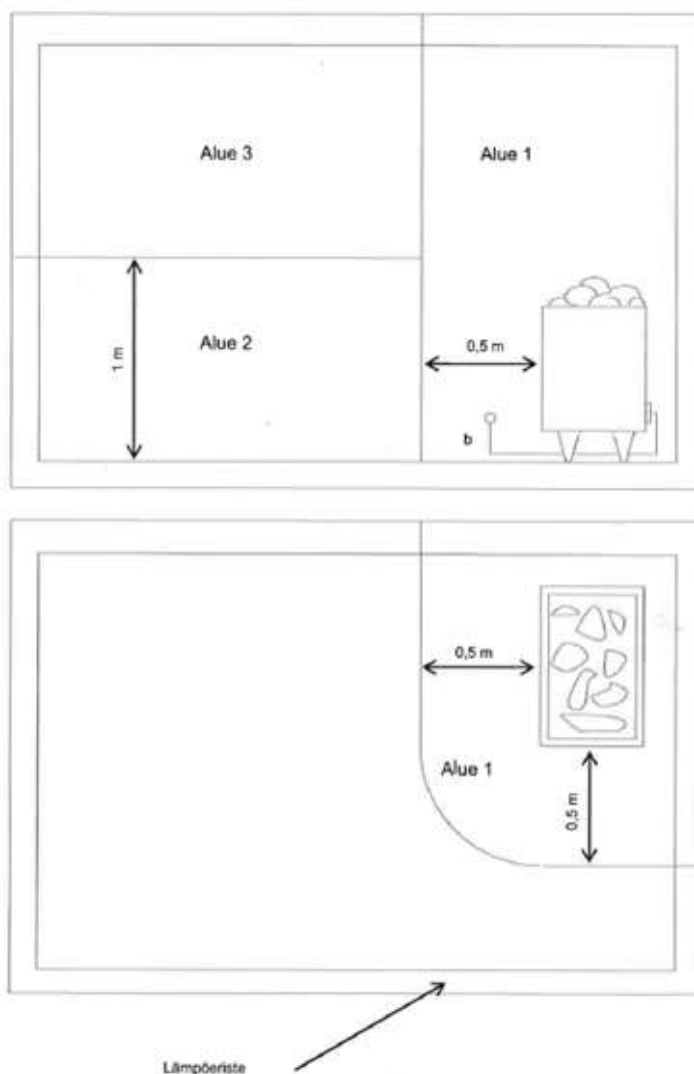
Laitteiden kotelointiluokan täytyy kaikilla alueilla täyttää vähintään taso IPXXB tai IP2X. Tämän lisäksi alueella 0 on suojaustasoksi tultava vähintään IPX7 ja alueilla 1 ja 2 IPX4. Alueisiin liittyy lisäksi muitakin määräyksiä. Alueelle 0 ei saa asentaa mitään kytkinlaitteita ja muutkin laitteet täytyy olla



kiinteitä sekä suojattu SELV-järjestelmällä, jonka mitoitusjännite ei ylitä 12 VAC:tä tai 30 VDC:tä. Alueelle 1 saa asentaa vain SELV- ja PELV- järjestelmän kytkinlaitteita sekä SFS 6000-7-701.55 mukaisia laitteita. Alueelle 2 voidaan asentaa kohdan 1 laitteiden lisäksi myös suojaerotettuja partakonepistorasioita. Standardi sanoo kuitenkin, että verkkojännitteiset pistorasiat täytyy asentaa kaikkien alueiden ulkopuolelle. Kaikki sähköiset piirit tulee varustaa enintään 30 mA vikavirtasuojilla, mikäli samassa tilassa sijaitsee allas tai suihku (Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Kylpy- ja suihkutilat 2012).

Kylpyhyoneisiin täytyy asentaa lisäpotentiaalintasaus, mikäli rakennuksessa ei ole toteutettu yhteistä pääpotentiaalintasausa. Tällöin kylpyhuoneessa on lisäpotentiaalintasaukseen kytkettävä vesi- ja viemärijärjestelmät, lämmitys- ja IV-järjestelmien osat sekä kaasujärjestelmät (Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Kylpy- ja suihkutilat 2012).

Näiden lisäksi standardissa SFS 6000-7-703 on olemassa saunatiloja koskevat määräykset. Sauna jaetaan samalla tavalla kolmeen alueeseen kuvan 5 mukaisesti. Saunojen sähkösaneerauksissa täytyy noudattaa samoja sähkötekniisiä määräyksiä kuin uudisasennuksissakin.



KUVA 5 Löylyhuoneen alueet ja niiden koot (Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Saunat 2012)

Alueelle 1 sijoittuu kiuas ja se rajautuu lattiasta kattoon sekä 0,5 m etäisyydelle kiukaasta. Muut alueet löylyhuoneessa ovat 2 ja 3 aluetta. Alue 2 rajautuu lattiasta 1 m korkeudelle ja alue 3 tästä ylöspäin (Erikoistilojen ja –asennusten vaatimukset. Saunat 2012).

Kotelointiluokkien on täytettävä vähintään kotelointiluokan IP24 vaatimukset. Lisäksi alueelle 1 ei saa asentaa muita kuin kiukaan sähkölaitteita, alueelle 2 ei ole erityismääräyksiä mutta alueen 3 sähkölaitteiden on kestävä vähintään 125 °C sekä johtojärjestelmien vähintään 170 °C (Erikoistilojen ja –asennusten vaatimukset. Saunat 2012).

Kaikki saunan sähkölaitteet kiuasta lukuun ottamatta on suojattava enintään 30 mA vikavirtasuojalla. Löylyhuoneeseen ei saa asentaa kiukaaseen kuulumattomia kytkinlaitteita eikä pistorasioita (Erikoistilojen ja –asennusten vaatimukset. Saunat 2012).

### 3.7 LVI-järjestelmät

Rakennukset suunnitellaan siten, että järjestelmä toimii kaikissa olosuhteissa. Tämän vuoksi myös sähkösuunnittelussa on otettava huomioon LVI-laitteiden vaatimat tarpeet. LVI-suunnittelija laskee ja valitsee tarvittavan järjestelmän saatavilla olevan tiedon perusteella. LVI-laitteiden tarvitseman tehon perusteella sähkösuunnittelija valitsee sopivimman kaapeloinnin keskukselta ja määrittelee huipputehot kohdan 3.3 mukaisesti. Saneerauksessa ei välttämättä muuteta vanhoja LVI-laitteita, joten vanhat mitoitusarvot ovat yleensä riittäviä (Finni 2001).

### 3.8 Hissit

Hissille määrätään standardissa omat pääjohdot ja omat suojalaitteet. Nämä suojalaitteet ovat sijaittava sivullisilta suljetussa tilassa, joka sijaitsee yleensä erillisessä hissikonehuoneessa. Sähkösuunnittelijan ei yleensä tarvitse ottaa huomioon muuta kuin hissin tarvitsema teho ja hissien sijainti, koska hissit tulevat yleensä valmiina paketteina tehtaalta. Sähkösuunnittelijan tehtävänä onkin selvittää sopivat johdot ja johdonsuojat (Hakala 2000).

Pääjohdot tulisi aina liittää sellaiseen keskukseseen, jossa ei ole käyttökeskeytyksiä. Tällainen keskus on yleensä pääkeskus. Pääjohdot on myös mitoitettava jatkuvan käytön mukaan ja mitoituksessa on otettava huomioon oikosulkusuojauksen ja ylivirtasuojien asettelu. Myös käynnistysvirta ja johdon asennustapa vaikuttavat mitoituksiin kuten kohdassa 3.3 muilla johdoilla. Taulukkoon 8 on koottu erikokoisten hissien tehojen mukaan arvioituja mitoitusarvoja (Hakala 2000).

TAULUKKO 8 Eri tehoisten hissien mitoitusarvoja (Hakala 2000)

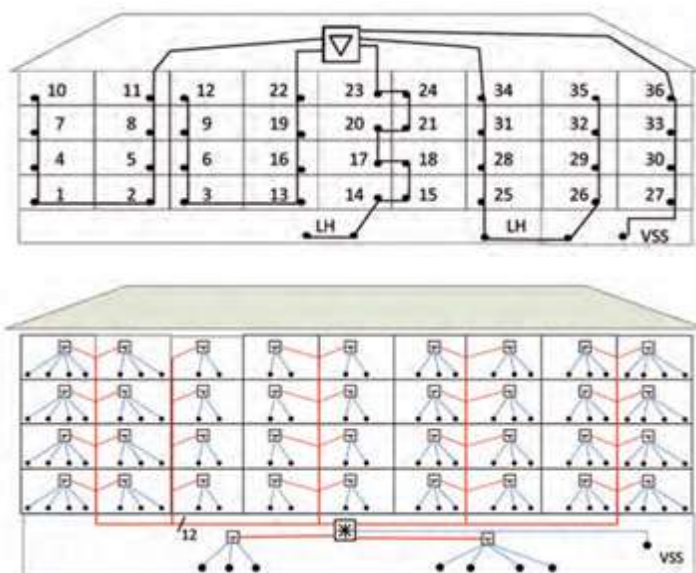
Teho kW	Nimellis- virta	Keskim. käynnis- tysvirta (vetop. hissi)	Tarvitta- va sula- ke gG	Poikki- pinta- vähint. mm <sup>2</sup>	Johdon maksimi- pituus m
	A	A	A	Cu/Al	Cu/Al
3	8–12	35	20	2,5	65
4	9–14	55	20	6	110
6	12–18	70	25	6	110
8	16–22	90	35	6	80
10	20–28	110	35	10	130
12	24–33	130	50	10	100
16	31–42	180	63	16/25	130/120
20	40–52	230	63	25/35	150/125
25	49–65	290	100	35/50	160/150

Taulukon 8 arvoissa on suosituksia pääjohtojen sulakekooksi ja poikkipinnoiksi. Pääjohdon suurimpaan pituuteen on huomioitu myös jännitteenalenema joka saa olla käynnin aikana suurimmillan 3 %. Näiden lisäksi sähkösuunnittelijan on otettava huomioon hissitilojen valaistus. Konehuoneessa valaistuksen on oltava vähintään 200 lx lattiatasolla ja muissa liittyvissä tiloissa 100 lx. Kaksiosainen suojakosketinpistorasia on asennettava konehuoneeseen. Tämän lisäksi pistorasioita pitää olla pohjakerroksessa kuilun läheisyydessä. Jos valaistusta ei ole koko kuilussa, pitää pistorasia asentaa jokaisen kerroksen oven läheisyyteen valaistusta varten. Valaistusta ja pistorasioita ei saa liittää hissinnousujohtoon. Hissin konehuoneeseen asennetaan myös puheyhteyttä varten yleiskaapelointipiste joka toimii hissinnousujohtoon katkettua (Hakala 2000).

### 3.9 Telejärjestelmät

#### 3.9.1 Antennijärjestelmä

Antenniverkon suunnittelun lähtökohta saneerauksessa on, että verkko olisi tähtimäinen, mikäli se on mahdollista rakentaa. Vanha ketjuverkko voi nykyään olla vielä hyvinkin käyttökelpoinen mutta saneerauksissa antenniverkot muutetaan vastaamaan nykyistä Tähti800 verkkoa, jossa verkon tähtipiste sijaitsee kiinteistöjakamossa. Tähti verkon etu on siinä, että yhden paikan vika ei tee loppuverkkoa toimintakyvyttömäksi. Kuvassa 6 näkyy ketju- ja tähti verkon rakenteiden periaatteet (Ristilä 2014).



KUVA 6 Ketju- ja tähtiverkon erot. Ylhäällä ketjuverkko ja alhaalla tähtiverkko (Ristilä 2014)

Käsittelen tässä työssä kaapeli TV verkon suunnittelemista. Antenniverkon suunnittelu lähtee antennipisteiden ja talojakamon paikkojen valitsemisella, sekä näiden välisten kaapeleiden mitoituksella. Tämän jälkeen valitaan verkon passiiviset rakenneosat, jaottimet, haaroittimet sekä antennirasiat. Tähti 800 verkossa osien valintaan vaikuttaa verkon taajuus alue, joka on 47-862 MHz (Laininen 2013).

Jakovaimennus lasketaan erikseen 47 ja 862 MHz:ltä, koska passiivilla komponenteilla vaimennus on taajuuden mukainen. Vaimennuksen tulisi olla 20-40 dB alueella. Vaimennusta laskiessa summataan jokaisen komponentin jakovaimennus yhteen ja katsotaan että vaimennus on sallitulla alueella (Laininen 2013).

Tämän jälkeen lasketaan erotusvaimennus, joka ei saa olla lähimmillä antennirasioilla alle 36 dB ja kahden huoneiston välillä sen pitää olla yli 42 dB (Laininen 2013).

Tarvittaessa voi joutua muuttamaan nousukaapeloinnin kaapeleita tai jopa komponentteja. Isoissa kohteissa voi verkon toteutusta miettiä hyvinkin tarkkaan, kuitenkin tähtiverkkoon voi liittää yleensä vain n. 25 asuntoa siten että verkko on vielä toimiva (Laininen 2013).

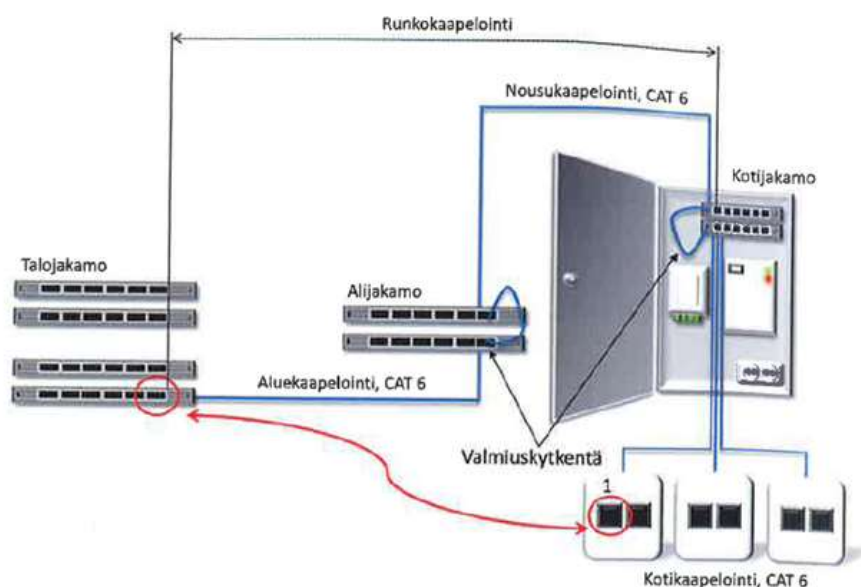
Verkon vahvistin valitaan verkon syöttötasojen mukaan. Syöttötasot määräytyy siten että minimitaso on 862 MHz:lla suurimmasta vaimennuksesta antennirasiassa ja suurin taso 47 MHz:lla rasiassa jossa on pienin vaimennus. Taloverkon syöttötaso on suurimman ja pienimmän vaimennuksen keskiarvo. Vahvistimen syöttötason määrää siten verkon syöttötaso, josta on vähennetty antennin jännitetaso (Laininen 2013).

### 3.9.2 Yleiskaapelointi

Yleiskaapelointiverkolla tarkoitetaan kiinteistön sisäistä tiedonsiirtoverkkoa, joka on nykypäivänä toteutettu sekä pari- että optisilla kaapeloinneilla. Verkkoa voidaan käyttää tieto- ja puhelinliikenteessä sekä monissa taloautomaatiojärjestelmissä. Standardin mukainen yleiskaapelointiverkko on myös riippumaton muista sovelluksista, joten sen käyttöikä on kymmeniä vuosia (Kauppi ja Reinikainen 2013).

Asuinkiinteistöt kuuluvat viestintäviraston määräyksen 65/2013 M velvoitteiden piiriin. Määräystä sovelletaan asuinkiinteistöiden uudisrakentamisen, uudistusten ja korjausten yhteydessä (Kauppi ja Reinikainen 2013).

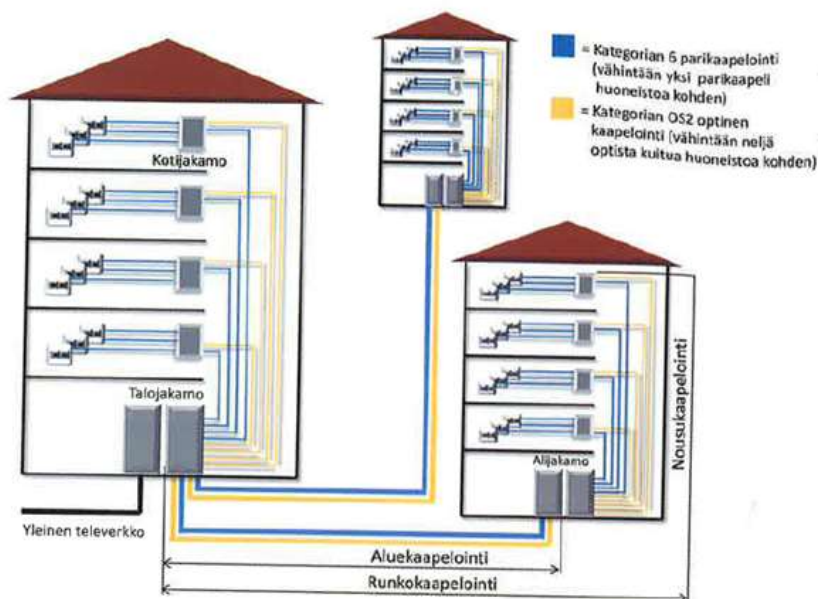
Yleiskaapelointi jakaantuu runkokaapelointiin sekä kotikaapelointiin. Kotikaapelointiin sisältyvät kaikki huoneiston sisällä tapahtuvat kaapeloinnit kotijakamolta rasioihin. Asennuksissa käytetään kategorian 6 tarvikkeita ja kaapeleita. Uudiskohteissa vedetään vähintään kaksi parikaapelia, mutta saneerauskohteissa riittää yksi kaapeli. Kotijakamo sijaitsee lähellä runkokaapelin sisääntulokohtaa keskuksen yhteydessä. Kotijakamo tulee varustaa pistorasialla, jotta aktiivilaitteet saadaan toimimaan. Määräyksessä 65/2013 M on myös kerrottu, että puhelinpistettä varten on huoneistoista oltava yksi piste galvaanisesti yhteydessä talojakamoon, eli kyseessä on tällöin valmiuskytkentä. Kuvassa 7 on esitetty valmiuskytkentä (Kauppi ja Reinikainen 2013).



KUVA 7 Valmiuskytkentä (Kauppi ja Reinikainen 2013)

Runkokaapelointi jakaantuu aluekaapelointiin sekä nousukaapelointiin. Aluekaapelointia tarvitaan, mikäli tontilla sijaitsee useampia rakennuksia. Aluekaapelointi vedetään talojakamon ja alijakamoiden väliin ja kaapeloinnissa käytetään kategorian 6 parikaapelia, jossa on vähintään yksi parikaapeli huoneistoa kohden, sekä kategorian OS2 optista kuitua, jossa on kuituja nelinkertainen määrä huoneistojen lukumäärään nähden. Mikäli asuinrakennusten väli on yli 90 m, täytyy talojakamon ja huoneistojakamon väliin asentaa toinen OS2- kategorian optinen kuitu, jossa on vähintään kuusi kuitua

jakamoiden väliin. Kuvassa 8 on esimerkki kerrostalon aluekaapeloinnista oikeilla ja määräysten mukaisilla nimillä (Kauppi ja Reinikainen 2013).



KUVA 8 Aluekaapelointi ja määräysten mukaiset nimet (Kauppi ja Reinikainen 2013)

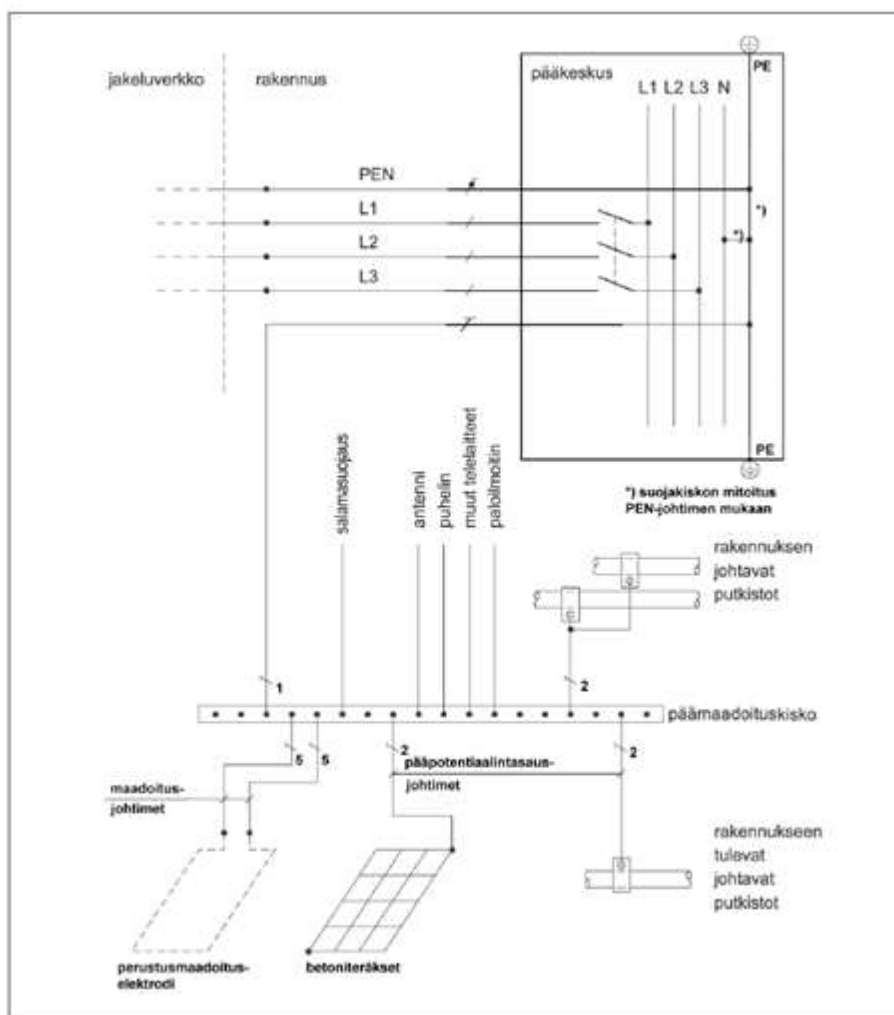
Nousukaapelointia käytetään talo- tai alijakamosta jokaiseen kotijakamoon. Tässä käytetään kategorian 6 parikaapelia sekä vähintään 4 optista kuitua sisältävä kategorian OS2 optinen kaapelointi (Kauppi ja Reinikainen 2013).

Jakamot suositellaan asennettaviksi sisätiloihin, jotka ovat lukittavia, lämpimä, kuivia ja pölyttömiä. Lisäksi tilaan pitää tulla sähkönsyöttö ja maadoituksen pitää olla kunnossa. Jakamot ovat kohteen mukaan tyypiltään yleensä vapaasti seisovia tai seinällä olevia telineitä. Tilan mitoitukselta on kerrottu kohdassa 3.5.1. Tilan täytyy olla siis tarpeeksi suuri, jotta sinne sopii teleoperaattoreiden kaapit sekä kiinteistön jakamo. Sähkönsyöttö tilaan tulisi järjestää omalla ryhmällään ja 16 A sulakkeella. Potentiaalintasausta varten tilaan sijoitetaan potentiaalintasauskisko, joka yhdistetään pääpotentiaalintasauskiskoon. Jakokaapit ja -telineet yhdistetään potentiaalintasauskiskoon vähintään 4 mm<sup>2</sup> kuparijohtimella (Kauppi ja Reinikainen 2013).

Vanhoissa kiinteistöissä jakamotilojen koko ei yleensä riitä. Tällöin on syytä miettiä järkevää paikkaa laajennukselle tai kokonaan uutta paikkaa. Jos jakamo tulee sijaitsemaan varastossa, on kaapit lukittava (Kauppi ja Reinikainen 2013).

### 3.10 Maadoitukset

Maadoituksen tarkoituksena on estää vaarallisten kosketusjännitteiden esiintyminen laitteissa vikatilanteissa. Maadoitukseen liittyy myös tietoteknisten järjestelmien suojauksia. Maadoitusjärjestelmä koostuu päämaadoituskiskosta, maadoituselektrodista, maadoitusjohtimista sekä suojajohtimista. Kuvassa 3.9 on pienjänniteliittymän maadoituksen periaatekuva (Suojausmenetelmät 2012).



KUVA 9 Pienjänniteliittymän maadoitus, jossa syöttö PEN johdolla (Nurmi 2012)

Päämaadoituskiskoon kootaan kaikki potentiaalintasausjohtimet, maadoitusjohtimet, suojajohtimet ja toiminnalliset maadoitusjohtimet. Yleensä suojajohtimia ei kytketä suoraan kiskoon, vaan ne liitetään yhteen keskuksessa, ja keskus liitetään yhdellä maadoitusjohtimella kiskoon. Päämaadoituskiskoa voidaan käyttää toiminnalliseen maadoitukseen eli tietoliikennelaitteiden häiriön poistoon. Maadoituselektrodi ja betoniradoitukset liitetään myös tähän kiskoon (Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoittaminen 2012)

Maadoituselektrodi täytyy olla nykyään jokaisessa rakennuksessa. Se asennetaan myös vanhoihin rakennuksiin, mikäli se puuttuu. Elektrodi kiertää yleensä jokaisen rakennuksen erikseen ja se voi olla mm. upotettu betoniin tai maahan. Elektrodi voi olla muita vastaavanlaisia maanalaisia metallirakenteita. Maadoituselektrodina ei saa kuitenkaan käyttää metallisia putkiverkkoja. Elektrodin poikkipinta on oltava vähintään  $16 \text{ mm}^2$  kuparia tai vastaavan suojauksen saavuttavaa metallia (Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoittaminen 2012).

Maadoitusjohtimien täytyy olla vähintään  $6 \text{ mm}^2$  kuparia. Niitä käytetään metallisten osien, kuten putkien ja hyllyjen maadoittamiseen. (Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoittaminen 2012.)

Suojajohtimet ovat yleensä samassa reitissä äärijohtimien kanssa. Suojajohtimen mitoittamiseen on sovittu taulukon 9 mukainen menetelmä, jossa alle  $16 \text{ mm}^2$  kuparisella äärijohtimella suojajohdin on samankokoinen kuin äärijohtin. Isommilla poikkipinnoilla sovelletaan taulukon 3.6 menetelmää. Mikäli suojajohdin on erillinen, täytyy poikkipinnan olla vähintään  $2,5 \text{ mm}^2$  kuparia, jos se on mekaanisesti suojattu, tai  $4 \text{ mm}^2$  kuparia ilman suojausta. Suojaukseksi katsotaan, että johdin on asennettu putkeen, johtokanavaan tai vastaavasti. PEN- johtimen käyttö on kielletty TN-S- järjestelmässä (Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoittaminen 2012).

TAULUKKO 9 Suojajohtimien poikkipinnat (Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoittaminen 2012)

Äärijohtimen poikkipinta $S$ $\text{mm}^2$ kuparia	Vastaavan suojajohtimen minimipoikkipinta $\text{mm}^2$ kuparia	
	Suojajohdin on samaa materiaalia kuin äärijohtin	Suojajohdin on eri materiaalia kuin äärijohtin
$S \leq 16$	$S$	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	$16^*$	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$\frac{S}{2}^*$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$
jossa $k_1$ on äärijohtimen materiaalista ja erikytkestä riippuva kertoimen $k$ arvo, joka on esitetty taulukossa A.54.1 tai SFS 6000-4-43 taulukoissa. $k_2$ on kertoimen $k$ arvo, joka on esitetty taulukoissa A.54.2...A.54.6.		
<sup>*</sup> PEN-johtimen poikkipinnan pienentäminen on sallittu vain noudattamalla nollajohtimen mitoituksen sääntöjä (ks. SFS 6000-5-52).		

Vanhat kiinteistöt on rakennettu TN-C- järjestelmään. Mikäli kiinteistöön tulee huomattavia tietoteknisiä laitteistoja ja niitä syötetään yleisestä jakeluverkosta, suositellaan käytettäväksi TN-S- järjestelmää. TN tarkoittaa, että jakelujärjestelmän yksi piste on yhdistetty suoraan maahan ja jännitteelle alttiit osat on yhdistetty maadoitettuun tähtipisteeseen. C tarkoittaa yhdistettyä nolla ja suojamaadoitusjohdinta eli PEN- johdinta ja S erillisiä nolla- ja suojamaadoitusjohtimia (Peruseriaatteen 2012).

Mikäli rakennuksessa ei ole tehty pääpotentialintasausta, pitää kylpyhuoneissa käyttää suojaavaa lisäpotentialintasausta, johon on liitetty kaikkien LVI-laitteiden sekä kaasujärjestelmien metalliset johtavat osat (Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Kylpy- ja suihkutilat 2012).

### 3.11 Muut järjestelmät

Suomen rakennusmääräyskokoelma E1 määrittelee rakennusten paloturvallisuutta. Rakennukset on rakennettava siten, että savunpoisto voidaan toteuttaa riittävästi. Vanhoissa rakennuksissa ei yleensä ole käytössä varsinaisia savunpoistolaitteistoja, vaan savun poistoa varten pitää ikkunat avata, jolloin toteutuu savunpoiston taso I. Saneerauksessa sähkösuunnittelijan on otettava myös huomioon paloturvallisuuden lisääminen. Savunpoisto voidaan toteuttaa siten, että savunpoistoluukut tai –ikkunat voidaan avata keskitetysti palokunnan saapuessa kohteeseen (Kautto 2014).



Järjestelmän toimilaitteiden on täytettävä SFS-EN 12101 standardin vaatimukset. Toimilaitteet on lisäksi asennettava siten, ettei palo vaaranna alkuvaiheessa niiden toimintaa. Laukaisupainikkeen sijainti on yleensä pelastuslaitoksen hyökkäysreitille tai muuhun vastaavan tilaan yleensä 1,7 m korkeuteen, mutta paikan hyväksyy kuitenkin loppuviimeksi pelastusviranomaiset. Ohjauskeskuksen sijainti täytyy yleensä olla siten, että järjestelmän tahaton käyttö sekä ilkivalta on estetty (Kautto 2014).

Savunpoistosuunnitelman laatiminen kuuluu yleensä erilliselle palotekniselle suunnittelijalle. Tämä on suositeltavaa, koska tällöin kaikki kohdetta koskevat vaatimukset tulevat huomattua. Mikäli kohde on erityisen vaativa, voi rakennusvalvontaviranomaiset edellyttää pätevää savunpoistosuunnittelijaa. Savunpoistojärjestelmä voi olla liitetty myös paloilmaisinjärjestelmiin. Tällöin kysymyksessä ei kuitenkaan ole asuinrakennus, vaan teollisuus tai liiketoimintaan liittyvä kiinteistö (Kautto 2014).

Kaikkiin uusiin asuinrakennuksiin on myös 1.2.2009 alkaen täytynyt asentaa sähköverkkoon liitetty palovaroitin, ja tätä voidaan soveltaa myös saneerauskohteissa. Palovaroitin on paristo tai akkuvarmenteinen. Järjestelmä on asuinkiinteistössä huoneistokohtainen. Määrykseen kuuluu myös että jokaista kerroksen 60 m<sup>2</sup> alaa kohden on oltava yksi palovaroitin. Palovaroittimet on asennettava siten että se reagoi mahdollisimman nopeasti tulipalon aiheuttamaan savuun. Huomioon on otettava myös tilojen muodon ja laitteiden aiheuttama palovaara (Hyytiä 2009).

### 3.12 Sähköselitys

Sähköselitykseen kootaan kohdetta koskevat tiedot sekä erityiset asennusohjeet järjestelmittäin. Sähköselitys kootaan S2010-sähkönimikkeistön mukaisesti kohtiin. Yleisessä osassa kerrotaan kohteen nimi ja osoite, sekä muut liittyvät suunnittelijat. Tämän jälkeen määritellään asennusreitit, jakelujärjestelmiä ja laitteistojen sähköistystä koskevia ohjeita. Sähköselostuksessa voidaan myös kertoa eri järjestelmiä koskevia ohjeita laite- tai tilakohtaisesti. Loppuun tulee liitteksi mukaan myös urakkarajaliite jossa kerrotaan eri urakoitsijoiden velvoitteita laitteiden tai aputöiden hankinnalle. Liitteeksi voi tulla myös suunnittelussa käytetyt laskelmat (Mustonen 2009).

## 4 AS. OY KUOPION PUNAPOSSU

As. Oy Kuopion Punapossu sijaitsee Kuopion 12:ssa kaupunginosassa Puijonlaaksossa, 40:ssä korttelissa tontilla 3, osoitteessa Suunnistajantie 3. Kiinteistöön kuuluu kaksi 10-kerroksista kerrostaloa, joissa molemmissa on pohja- ja ullakkokerrokset sekä 8 asuinkerrosta. Kiinteistö sijaitsee 7 069,8 m<sup>2</sup>:n tontilla ja kiinteistöllä on 4 856 m<sup>2</sup> huoneistopinta-alaa. Yleisiä tiloja molemmissa rakennuksissa ovat saunat aputiloineen, pesutuvat, kuivaushuoneet, talouskellarit sekä varastotilat. Kiinteistö on liitetty Kuopion Energian pienjänniteverkkoon ja kiinteistön valmistumisvuosi on 1966. Kiinteistössä on vuosien aikana tehty pieniä korjaustöitä ja yksi suurempi sauna- ja kylpyhuonetilojen saneeraus 2003.

### 4.1 Kuntotutkimus

As. Oy Kuopion Punapossussa suoritettiin kuntotutkimus 24.11. – 16.12.2014. Tällöin tutkittiin kiinteistön 85 asunnosta 72. Tämän lisäksi tutkimuksessa käytiin lävitse kaikki yhteiset sekä tekniset tilat.

#### 4.1.1 Mittaukset ja tulokset

Tutkittavan kiinteistön kuntotutkimuksessa suoritettiin kaksi sähkönlaadun mittausta. Ensimmäinen mittaus suoritettiin 12.–19.11.2014 liittymisjohdon alkupäässä ja toinen mittaus 20. - 27.11.2014 B-talon yhdeksännen kerroksen mittauskeskuksella. Mittauksissa selvitettiin sähkönlaatua erilaisissa kuormitustilanteissa, joita viikon pituisissa mittauksissa on monenlaisia.

Liittymisjohdon alkupään mittauksesta koostettiin taulukoiden 10 ja 11 mukaiset tiedot, joista käy ilmi sähkönlaadun yleisimpien arvojen tiedot. Taulukot ovat osa kuntotutkimusraporttia, joka on tehty ST-käsikirja 7 mallin mukaisesti. Taulukon pohja on ST-kortista 97.21. Taulukkoon 4.1 on koottu tiedot mittauskohteesta, mittalaitteesta sekä mittausajankohdasta. Taulukkoon on annettu valmiiksi eräiden mittaussuureiden raja-arvoja, joita voidaan verrata saatuihin arvoihin. Standardi SFS-EN 50160 määrittelee nämä raja-arvot, mutta käytössä voi olla myös kovempia laatuvaatimuksia. Tässä mittauksessa verkko täytti korkean laadun vaatimukset. Mittauksissa on tallennettu jokaisen 10 minuutin jakson keskiarvo. Taulukoiden 10 ja 11 arvoja aukaistaan alempana:

- Taajuus: 99,5 % kaikista mitatuista arvoista vuoden aikana täytyy asettua arvojen 49,5 Hz ja 50,5 Hz väliin ja 100 % kaikista mitatuista arvoista 47 Hz ja 52 Hz väliin.  
Tulos: Taajuus liittymässä pysyy raja-arvojen sisällä.
- Jännitetaso: 95 % kaikista mitatuista jännitetasoista 207 V - 253 V väliin ja 100 % kaikista mitatuista arvoista 196 V - 253 V väliin.  
Tulos: Jännitteet pysyvät raja-arvojen sisällä.
- Välikyntä: Välikyntä kertoo jakelujännitteen ja kuormituksen nopeista muutoksista verkossa. Mittauksessa 95 % kaikista mitatuista arvoista  $\leq 1$ .  
Tulos: Välikyntää ei esiinny verkossa häiritsevästi ja arvot pysyttelevät raja-arvojen sisällä.

- THD ja harmoniset yliaallot: THD kertoo verkossa esiintyvien yliaaltojännitteiden summan eli kokonaisjännitesärön. Harmonisia yliaaltoja syntyy erityisesti elektroniikkalaitteiden hakkuriteholähteissä niiden ottaessa vain osan virrasta siniaallon puolijaksolta. Nämä synnyttävät parittomia yliaaltoja. Vialliset laitteet aiheuttavat puolestaan parillisia yliaaltoja. Harmoniset yliaallot aiheuttavat ongelmia elektroniikkalaitteille ja muille herkille laitteistoille sekä kolmella jaolliset parittomat yliaallot kuormittavat nollajohtoa. Yliaaltojännitteillä 95 % kaikista mittaustuloksista täytyy olla alle raja-arvon. (Viitala 1 2006.)

Tulos: Yliaallot ja kokonaissäröjännite pysyivät mittauksen aikana sallituissa raja-arvoissa.

- Jännite-epäsymmetria: Tämä kertoo verkon jännitteiden tasapainosta. Epäsymmetriaa syntyy verkkoon kun vaihejännitteiden tehollisarvot tai kulmat eivät ole samat. Standardi määrittelee että 95 % mittauksen arvoista  $\leq 2$  %. (Viitala 2 2006.)

Tulos: Mittauksen aikana epäsymmetria oli korkeintaan 0,18.

#### TAULUKKO 10 Sähkön laadun mittausten tulokset (Soronen 2014)

##### SÄHKÖN LAADUN MITTAUKSEN TAULUKKO (viikon mittausaika)

Mittauskohde:	As. Oy Kuopion Punapossu, Suunnistajantie 3, Kuopio
Mittausaika (viikko):	12 / 11 klo 10:16 ... 19 / 11 klo 10:06 20 14
Mittalaite:	FLUKE 434 Power quality analyzer
Mittausyritys/mittaja:	SAVONIA-AMK Petri Soronen

**Standardi SFS-EN 50160 määrittelee rajat seuraaville pienjännitteen ominaisuuksille käyttäjän liittämiskohdassa:**

Suure	Tunnus	Standardin raja-arvot	Vaadittu aika / %	Mitatut arvot				Tol. % <sup>1</sup>
				L1	L2	L3	N	
Taajuus, minimi <sup>2</sup>	$f_{\min}$	49,5 Hz	99,5 % /a	49,835	Kaikkien vaiheiden KA.			100
Taajuus, maksimi <sup>2</sup>	$f_{\max}$	50,5 Hz	99,5 % /a	50,185	Kaikkien vaiheiden KA.			100
Taajuus, minimi	$f_{\min}$	47,0 Hz	100 %	49,835	Kaikkien vaiheiden KA.			100
Taajuus, maksimi	$f_{\max}$	52,0 Hz	100 %	50,185	Kaikkien vaiheiden KA.			100
Jännitetaso, min. <sup>3</sup>	$U_{\min}$	207 V	95 %	224,82	224,66	225,82	0,05	100
Jännitetaso, maks. <sup>4</sup>	$U_{\max}$	253 V	95 %	232,55	232,28	233,39	0,06	100
Jännitetaso, min. <sup>3</sup>	$U_{\min}$	196 V	100 %	224,82	224,66	225,82	0,05	100
Jännitetaso, maks. <sup>4</sup>	$U_{\max}$	253 V	100 %	232,55	232,28	233,39	0,06	100
Välkynn. häir. ind. max	$P_{it,\max}$	$\leq 1,0$	95 %	0,238	0,277	0,237		100
Kokonaissärö, jännite	THD	8,0 %	95 %	1,24	1,39	1,47		100
3. yliaaltojännite	$U_{\text{har } 3.}$	5,0 %	95 %	0,56	0,63	0,75		
5. yliaaltojännite	$U_{\text{har } 5.}$	6,0 %	95 %	0,79	1,01	0,94		
7. yliaaltojännite	$U_{\text{har } 7.}$	5,0 %	95 %	0,78	0,71	0,82		
9. yliaaltojännite	$U_{\text{har } 9.}$	1,5 %	95 %	0,59	0,61	0,57		
11. yliaaltojännite	$U_{\text{har } 11.}$	3,5 %	95 %	0,58	0,63	0,71		
... yliaaltojännite <sup>5</sup>	$U_{\text{har } ...}$	... %	95 %					
Signaalijännite <sup>6</sup>	... kHz	... %	99 %					
Jännite-epäsymm. <sup>7</sup>	$U_{\text{uSh}}$	2,0 %	95 %	0,18	Kaikkien vaiheiden KA.			100

Taulukossa 4.2 on esitettyä jännitteen ominaisuuksia ja muita sähkönlaadun osatekijöitä. Näille arvoille ei ole standardissa määriteltyä raja-arvoja. Taulukon ylemmässä osassa esitettyjä jännitekuoppia, ylijännitteitä tai keskeytyksiä ei mittauksen aikana ole tapahtunut. Jännitekuoppa on silloin kun jakelujännite on vain 90 % tai alle nimellisestä arvostaan. Ylijännitettä on silloin, kun jännite on

yli 253 V. Keskeytyksiksi luetaan alle 1 %:n arvot nimellisestä jakelujännitteestä. Taulukon 4.2 alemmassa osassa kerrotaan pääsulakkeet, virta-arvot, muotokertoimet, tehot sekä tehokerroimet.

#### TAULUKKO 11 Sähkön laadun mittauksen muita tärkeitä arvoja (Soronen 2014)

*Standardi SFS-EN 50160 ei määrittele rajoja seuraaville jännitteen ominaisuuksille, mutta kertoo niiden sisällöstä:*

Suure	Tunnus	Laskennall. raja-arvo	Vaadittu aika / %	Mitattu				Tol. % <sup>1</sup>
				L1	L2	L3	N	
Jännitekuopat <sup>8</sup>	$U_{dip}$	20 kpl	(100 %)	0	0	0		–
Ylijännitteet	$U_{trans.}$	20 kpl > 253 V	(100 %)	0	0	0		–
Keskeytykset <sup>9</sup>	$U_{interr.}$	5 kpl	(100 %)	0	0	0		–

*SFS-EN 50160 ei määrittele rajoja seuraaville jännitteiden, virtojen, tehojen, tehokerrointen ja muotokerrointen ominaisuuksille, mutta ne ovat erittäin tärkeitä sähkönlaadun osatekijöitä:*

Suure	Tunnus	Mitattu				Huom.
		L1	L2	L3	N	
Pääsulakkeet	A	160	160	160		
Virta teh. ka, maks. <sup>10</sup>	$I_{teh. ka m}$	110,23	104,61	105,83		
Virta, huippu <sup>11</sup>	$I_{huippu}$					
Virta, maksimi <sup>12</sup>	$I_{maks}$	149,22	151,36	155,1		
Muotokerr. minimi <sup>13</sup>	$Cr_{fac min}$	1,23	1,25	1,25		
Muotokerr. maksimi <sup>14</sup>	$Cr_{fac max}$	5,26	4,92	5,05		
Jännite, minimi <sup>15</sup>	$U_{min}$					
Jännite, maksimi <sup>16</sup>	$U_{maks}$					–
Pätöteho, maks <sup>17</sup>	$P_{max}$	25908 W	25584 W	26212 W		–
Loisteho, maks. <sup>17</sup>	$Q_{max}$	12669,33 var	11285,33 var	11281,33 var		–
Näennäisteho, ma <sup>17</sup>	$S_{max}$	27222,67 VA	26770,67 VA	27133,33 VA		–
Tehokerroin, min.	$\cos\varphi_{min}$	0,8	0,83	0,89		

Toinen mittaus suoritettiin B-talon yhdeksännen kerroksen mittauskeskuksessa. Tulokset eivät välttämättä ole suoraan verrattavissa muuntamalla tehtyyn mittaukseen, mutta tarkastelun apuna voidaan käyttää edellä olleiden taulukoiden 10 ja 11 selityksiä. Taulukoissa 12 ja 13 ovat toisen mittauksen tiedot.

Taulukko 12 Sähkönlaadunmittauksen tulokset B-talon yhdeksännen kerroksen mittauskeskuksesta (Soronen 2014)

**SÄHKÖN LAADUN MITTAUKSEN TAULUKKO (viikon mittausaika)**

Mittauskohde:	As. Oy Kuopion Punapossu, Suunnistajantie 3, Kuopio, B-talo mittauskeskus 9-kerros				
Mittausaika (viikko):	20	/	11	klo 12:16 ...	27 / 11 klo 12:06 20 14
Mittalaite:	FLUKE 434 Power quality analyzer				
Mittausyritys/mittaaaja	SAVONIA-AMK Petri Soronen				

*Standardi SFS-EN 50160 määrittelee rajat seuraaville pienjännitteen ominaisuuksille käyttäjän liittämiskohdassa:*

Suure	Tunnus	Standardin raja-arvot	Vaadittu aika / %	Mitatut arvot				Tol. % <sup>1</sup>
				L1	L2	L3	N	
Taajuus, minimi <sup>2</sup>	$f_{\min}$	49,5 Hz	99,5 % /a	49,879	Kaikkien vaiheiden KA.			100
Taajuus, maksimi <sup>2</sup>	$f_{\max}$	50,5 Hz	99,5 % /a	50,138	Kaikkien vaiheiden KA.			100
Taajuus, minimi	$f_{\min}$	47,0 Hz	100 %	49,879	Kaikkien vaiheiden KA.			100
Taajuus, maksimi	$f_{\max}$	52,0 Hz	100 %	50,139	Kaikkien vaiheiden KA.			100
Jännitetaso, min. <sup>3</sup>	$U_{\min}$	207 V	95 %	221,15	221,93	221,82	0,84	100
Jännitetaso, maks. <sup>4</sup>	$U_{\max}$	253 V	95 %	231,41	232,34	232,69	1,00	100
Jännitetaso, min. <sup>3</sup>	$U_{\min}$	196 V	100 %	221,15	221,93	221,82	0,84	100
Jännitetaso, maks. <sup>4</sup>	$U_{\max}$	253 V	100 %	231,41	232,34	232,69	1,00	100
Välkynn. häir. ind. max	$P_{H,\max}$	≤ 1,0	95 %	0,284	0,289	0,281		100
Kokonaissärö, jännite	THD	8,0 %	95 %	1,42	1,49	1,66		100
3. yliaaltojännite	$U_{3, \text{tar}}$	5,0 %	95 %	0,77	0,71	0,94		
5. yliaaltojännite	$U_{5, \text{tar}}$	6,0 %	95 %	0,88	1,03	1,02		
7. yliaaltojännite	$U_{7, \text{tar}}$	5,0 %	95 %	0,78	0,69	0,82		
9. yliaaltojännite	$U_{9, \text{tar}}$	1,5 %	95 %	0,60	0,62	0,61		
11. yliaaltojännite	$U_{11, \text{tar}}$	3,5 %	95 %	0,58	0,64	0,75		
... yliaaltojännite <sup>5</sup>	$U_{\text{tar}}$	_____ %	95 %					
Signaalijännite <sup>6</sup>	_____ kHz	_____ %	99 %					
Jännite-epäsymm. <sup>7</sup>	$U_{\text{sym}}$	2,0 %	95 %	1,27	Kaikkien vaiheiden KA.			100

Taulukko 13 Sähkönlaadunmittauksen muita tuloksia B-talon yhdeksännen kerroksen mittauskeskuksesta (Soronen 2014)

*Standardi SFS-EN 50160 ei määrittele rajoja seuraaville jännitteen ominaisuuksille, mutta kertoo niiden sisällöstä:*

Suure	Tunnus	Laskennall. raja-arvo	Vaadittu aika / %	Mitattu				Tol. % <sup>1</sup>
				L1	L2	L3	N	
Jännitekuopat <sup>8</sup>	$U_{\text{dpp}}$	20 kpl	(100 %)	0	0	0		–
Ylijännitteet	$U_{\text{max}}$	20 kpl > 253 V	(100 %)	0	0	0		–
Keskeytykset <sup>9</sup>	$U_{\text{short}}$	5 kpl	(100 %)	0	0	0		–

*SFS-EN 50160 ei määrittele rajoja seuraaville jännitteiden, virtojen, tehojen, tehokerrointen ja muotokerrointen ominaisuuksille, mutta ne ovat erittäin tärkeitä sähkönlaadun osatekijöitä:*

Suure	Tunnus	Mitattu				Huom.
		L1	L2	L3	N	
Pääsulakkeet	A	100	100	100		Nousun sulake
Virta teh. ka, maks. <sup>10</sup>	$I_{\text{teh. ka, n}}$	27,11	13,61	20,53		
Virta, huippu <sup>11</sup>	$I_{\text{huippu}}$					
Virta, maksimi <sup>12</sup>	$I_{\text{maks}}$	39,98	20,64	31,22		
Muotokerr. minimi <sup>13</sup>	$Cr_{\text{tar min}}$	1,30	1,31	1,3		
Muotokerr. maksimi <sup>14</sup>	$Cr_{\text{tar max}}$					
Jännite, minimi <sup>15</sup>	$U_{\text{min}}$					
Jännite, maksimi <sup>16</sup>	$U_{\text{maks}}$					–
Pätöteho, maks. <sup>17</sup>	$P_{\text{max}}$	7540 W	5272 W	7213,3 W		–
Loisteho, maks. <sup>17</sup>	$Q_{\text{mpi}}$	2385,3 var	1770,7 var	3310,7 var		–
Näennäisteho, ma <sup>17</sup>	$S_{\text{mpi}}$	7548 VA	5274,7 VA	7680 VA		–
Tehokerroin, min.	$\cos\varphi_{\text{min}}$	0,16	0,12	0,17		

Taulukoiden 12 ja 13 tuloksista havaitaan että Sähkönlaatu täyttää standardin sille asettamat vaatimukset. Jännitetaso putoaa kovan kuormituksen aikana yli 3 %, mutta vanhassa rakennuksessa tämä on yleistä eikä sitä voi muuttaa muuten kuin saneerauksella. Yhdeksännen kerroksen mittauskeskuksessa on kiinni neljä yhden vaiheen huoneistoa. Vaiheella 1 on 96 m<sup>2</sup> asunto jossa on sauna, vaiheella 2 on 55 m<sup>2</sup> asunto ja vaiheella 3 on 55 m<sup>2</sup> ja 96 m<sup>2</sup> saunallinen asunto. Tämän vuoksi kuormitukset ovat jakautuneet hieman epätasaisesti.

#### 4.1.2 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvarainen tarkastus kiinteistössä suoritettiin ajalla 24.11. – 12.12.2014. Tällöin kiinteistössä tarkistettiin 72 asuntoa sekä yleiset tilat. Tarkastuksessa käytiin lävitse sähkötekniisten laitteistojen yleinen kunto sekä suojausten toimivuus. Tarkastuksessa puututtiin myös epäasiallisiin asennuksiin ja pistokoeluonteisesti katsottiin rasioiden kunto.

Alkuun tarkistettiin sähkötekniisiä asiakirjoja ja ne havaittiin hyvin puuttellisiksi. Saatavilla oli ainoastaan asemapiirustus, molempien talojen nousujohtokaaviot joista toinen oli puutteellinen sekä molempien talojen 2003 tehdyt sauna- ja kylpyhuonetilojen saneerauksen piirustukset.

Asennusreitit rakennuksissa olivat pääosin piilossa eikä niitä voinut tarkistaa. Myöhemmin tehtyjä liisäyksiä oli vedetty pinta-asennuksina ja kunto niillä oli hyvä. Joidenkin tilojen läpivientejä ei ollut suojattu asianmukaisesti josta tuli huomautus.

Sähkönjakelu kiinteistön pääkeskukseen tapahtuu yhdellä APAKM 3x120 + 120 kaapelilla viereiseltä muuntamolta. Kiinteistön toinen rakennus on liitetty pääkeskukseen MCMK 3x150 + 70 kaapelilla. Kaapeleiden kunto on hyvä, mutta kapasiteetti ei vastaa nykypäivän vaatimuksia.

Pääkeskusten rakenteellinen kunto on hyvä eikä ylimääräisiä aukkoja ollut. Ainoastaan B-talon keskuksessa roikkui muutamia epämääräisiä johdonpätkiä ja kolmesta sulakekannesta puuttui lasi. Keskustilat kuitenkin olivat täynnä ylimääräistä palokuormaa, ja kehotin poistamaan kaiken ylimääräisen tavarantoista. Kuvassa 10 on B-talon keskustila. Muut keskukset olivat kaikki hyvässä kunnossa pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta.



KUVA 10 B-talon keskustila (Soronen 2014)

Yksi huomauttamisen arvoinen asia huoneistoissa oli maadoittamattomia ja maadoitettuja pistorasioiden sijainti vierekkäin, kun niiden välimatka tulisi olla 4 m tai enemmän. Myös läpiviennit metallin lävitse oli suojattu puutteellisesti remontoituissa kohteissa.

Valaistuksen taso kiinteistössä on hyvin heikko. Sisävalaistus on tarkoitettu hehkulampuille, mutta varjostimet vievät valotehosta puolet. Valotehoa ei mitattu, vaan se arvioitiin aistinvaraisesti. Ainoastaan sauna- ja pesutiloissa sekä niihin johtavissa käytävissä valaistus on hyvä 2003 tehdyn korjauksen ansiosta.

Erittäin vakavia turvallisuuspuutteita ei löytynyt, mutta huomauttamista löytyi 35 asunnosta. Lievimpiä puutteita oli sulakkeiden merkinnän puuttuminen ja vakavimpia erilaisten pistorasioiden vierekkäisyys sekä asennukset pelkillä johtimilla.

### 4.1.3 Loppupäätelmät

Kiinteistön sähkötekniinen kunto on tyydyttävä. Tähän vaikuttaa se, että kaikki kapasiteetti alkaa olla jo käytössä. Jännitteet putoavat huippukuormituksen aikana yli 4 %, joka ei täytä nykyisiä vaatimuksia. Erittäin vakavia turvallisuuspuutteita laitteistossa ei ole, mutta puutteita on monessakin kohdassa. Kiinteistössä tehdään linjasaneeraus lähivuosina, jolloin puutteista päästään eroon.

## 4.2 Sähkösaneeraussuunnitelma

### 4.2.1 Projektin aloitus

As. Oy Kuopion Punapossun sähkösaneeraussuunnitelman hankesuunnitteluvaihe alkoi kuntotutkimuksen jälkeen. Tällöin käytiin työn tilaajan edustajien kanssa lävitse kohteessa tarvittava varustetaso sekä nykypäivän vaatimukset. Tässä otettiin huomioon myös tulevaisuudessa tarvittavia laajennuksia. Huoneistojen varustelutaso määriteltiin suunnittelun aikana taulukon 1 mukaiseksi.

### 4.2.2 Tehon mitoitus

Punapossun laskentamallina käytettiin kaavaa 4, jossa rakennuksen huipputeho lasketaan yhden huoneiston huipputehon (kaava 1), tasauskerroimen (kaava 5) ja huoneistojen lukumäärän avulla.

$$P_{max} = C(N_h) * N_h * P_{hmax} \quad (4)$$

Tässä tapauksessa kaavasta otetaan käyttöön vain kojekuorma ja valaistuskuorma. Jokaisesta huoneistosta saatiin näin laskettua huipputeho ja koko kiinteistön huipputehon laskentaan otettiin suurimman ja pienimmän huoneiston keskiarvo. Kaavassa 4 tarvittava tasauskerroin voidaan arvioida kokemuksellisesti tai laskea erikseen kaavan 5 avulla.

$$C(N_h) = C_{min} + (1 - C_{min}) * \{1/[1 + \log(N_h)/\log(A_h)]\}^{3,5} \quad (5)$$

$C_{min}$  = minimi tasauskerroin, 0,20

$P_{hmax}$  = huoneiston huipputeho, kW.

Kaavassa 4 on otettu huomioon asuntojen tarvitsemat autolämmityspaikat. Koska Punapossun kiinteistöön ei kuulu yhtään pysäköintipaikkaa, kaavasta 4 saamasta tehosta täytyi autolämmitysteho pudottaa taulukon 2 pysäköintialueita koskevalla kaavalla. Näin ollen kiinteistön huipputehoksi sain 105,8 kW ja virraksi 159,1 A. Pääsulakkeeksi keskukseen valitaan tälle liittymälle 160 A.

Huoneistojen tehot saadaan laskettua kaavalla 5 ja liitteestä 1 löytyy jokaisen huoneiston huipputehot. Huoneistojen virrat ovat kuitenkin pieniä, joten sulakekooksi voidaan asettaa yleisin käytössä oleva 25 A.



Punapossun kiinteistön omalle sähkönkäytölle laskettiin ja arvioitiin seuraavia arvoja:

- 2 hissiä, 8 kW
- 2 poistoilmakonetta, 12,8 kW (huomioitu mahdollinen saneeraus)
- lämmönjako laitteisto, 1 kW
- valaistuskuorma, n. 4 kW
- 2 kiuasta, 24 kW
- kojekuormaa n. 4 kW

Tämän kiinteistön omalle huipputeholle tulee yhteenlaskettuna  $P_{\max} = 53,8$  kW ja virraksi 80,9 A. Koska kulutus kiinteistössä ei ole koskaan saman aikaista, voidaan omalle kulutukselle valita sulakkeiksi 80 A, ja ne sijoitetaan pääkeskukseen. Toisessa rakennuksessa olevaan nousukeskuksessa on suurin piirtein samanlainen kulutus, joten sinne sijoitetaan 63 A sulakkeet.

#### 4.2.3 Kaapelointi ja johtojen valinta

Liittymisjohdo mitoitin punapossuun alkuun 160 A pääsulkkaiden mukaan. Asennustavaksi välille tulee D ja maan lämpötilan korjauskertoimeksi 0,92, joten virtakestoisuus kaapelilla täytyy olla 192,4 A. Tällöin sopivin kaapeli muuntajan jakopisteeltä pääkeskukselle oli AXMK 4x95. Kuitenkin jännitteenalenema pitää huomioida, jolloin kaapelina tulee käyttää Kuopion energiankin käyttämää kaapelia AXMK 4x185. Kun keskusten paikat oli lopullisesti saatu selville ja matkat mitattua, päädyin miettimään syöttökaapelin tuplaamista. Tällä saavutetaan se etu, että jännitteenalenemat pienenee sähkönkäyttö päässä merkittävästi ja nousujohtojen poikkipintoja voitiin laskea. Kustannuhyötyä tulee 65,5 % taulukon 14 mukaisesti. Oikosulkuvirrat kiinteistössä on suuret, 3~ oikosulkuvirta jakomuuntajalla on 5839 A laskettuna edellisen liittymiskaapelin mukaan (Saastamoinen 2014).

TAULUKKO 14 Kustannusvertailua erilaisilla syöttökaapeleilla (Soronen 2015)

Kustannus alv. 0% Hinnat Rexel Finland Oy						
1 syöttökaapeli					2 syöttökaapelia	
Kaapeli	Valm.	€/m	l[m]	€/yht	l[m]	€/yht
AXMK 4x185	Reka	3,95	142,10	561,30	242,10	956,30
MMJ 5x6S	Prysmian	1,20	34,10	40,92	1815,14	2178,17
MMJ 5x10S	Prysmian	4,23	1314,80	5561,43	220,52	932,80
MMJ 5x16S	Prysmian	6,42	686,80	4409,26	0,00	0,00
YHT:				10572,91		4067,26

Huoneistojen ryhmäkeskusten kaapelointeja laskettaessa jouduttiin jännitteenalenemien vuoksi valitsemaan MMJ 5x10S sekä osassa jopa MMJ 5x16S kaapelia. A-talon suurin jännitteenaleneva oli kauimmaisessa valaisinpisteessä yli 3%, mutta sitä pystyttiin kompensoimaan kaavan 6 mukaisesti (Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen, johtojärjestelmät 2012).

$$Ua = l * 0,005 \%$$

Kaava 6 on voimassa silloin, kun lasketaan sallittua jännitteenaleneman ylitystä. Pituuteen huomioidaan jokainen muuntajalta sähkönkäyttöpisteeseen 100 metriä ylittävät matkat. Tällöin jännitteenalenema Punapossussa saatiin likimain pysymään standardin SFS 6000-5-52 rajoissa.

Kiinteistön liittymäkaapelin tuplaaminen pudotti jännitteenalenemia sen verran, että ryhmäkeskusten nousujohtoja voitiin pienentää pääsääntöisesti MMJ 5x6S:ään.

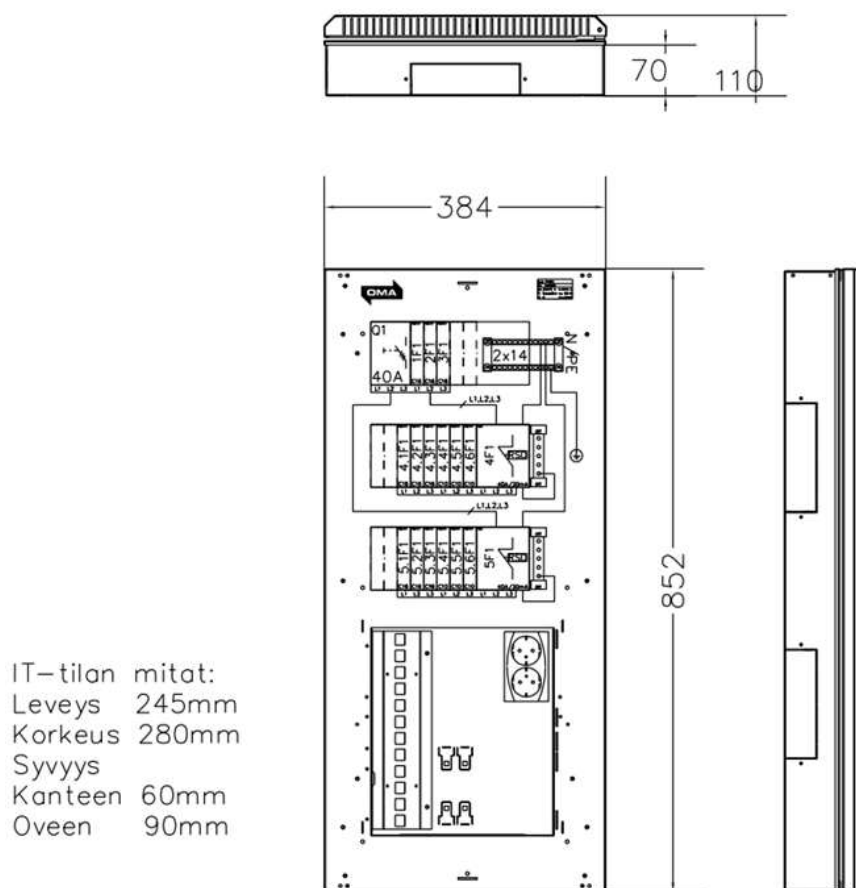
#### 4.2.4 Keskukset, keskustilat ja kaapelireitit

Punapossussa vanhat pääkeskustilat riittivät uusille pää- ja monimittarikeskuksille. Pää- ja nousukeskuksiksi valitsin POK MEGA kevytkehikko malliston mukaiset keskukset. Keskukset valmistetaan mittatilaustyönä paikan mukaiseksi. Monimittarikeskuksiksi sopivin vaihtoehto oli edelleen POK OMA sarjan monimittarikeskukset. B-taloon keskus pitää teettää mittojen mukaan.

Sähkökaapeleiden nousuja varten on molemmissa taloissa tehtävä uudet kuilut, joihin kiinnitetään kaksi pystyhyllyä. Kerroksissa vaakavetoja varten asennetaan joko hylly alaslaskun päälle tai kouru ilman alaslaskua, kuitenkin tilaaja päättää tästä vasta rakennusvaiheessa.

Telejakamoiksi tuli valittua vanhat roskahuoneet niiden suuren koon vuoksi. Vanha puhelinkaapeli käännetään vanhasta jakokaapista uuteen tilaan sekä tontin kulmassa oleva valokuitu tuodaan myös uuteen jakamoon. Jakamosta lähtee suoraan ylöspäin vanha roskakuilu, jota on hyvä käyttää telekaapeleiden nousuissa kerrokseen. Samoin alijakamo toisessa talossa sijoitetaan vanhaan roskahuoneeseen.

Huoneistojen ryhmäkeskusten vanha sijainti on haasteellisesti naulakon takana. Uudessa suunnitelmassa valitsin POK Oy:n valmistaman OMA tuoteperheen pinta-asennuskeskuksen, joka sijoitetaan ulko-oven päälle. Tällöin siihen on helpompi tuoda uusi liittymiskaapeli, sekä telekaapeleita. Vanhan keskuksen paikalta tuodaan pinta-asennuskouru naulakon takana uudelle keskukselle, jolloin uudet ryhmäjohdot on helpompi sijoittaa vanhoihin putkiin. Kuvassa 11 on esimerkkikeskuksen havainnekuva.



KUVA 11 POK OMA ITK840P-15J2V ryhmäkeskus (POK 2012)

#### 4.2.5 Sähköpisteet ja johdotukset

Alkuperäisiä asennuksia on saneerauksessa vaikea käyttää lisättävien ryhmien vuoksi. Vanhoja putkireittejä otetaan käyttöön vain valaisimille sekä liedelle. Vanhojen putkien käytössä on ongelma liian pienten putkikokojen vuoksi. Vanhoihin putkiin ei sovi monia uusia johtimia, jolloin käyttö on järkevää vain yhdelle ryhmälle. Kuten kohdassa 4.2.4 olen maininnut, täytyy vanhat putket jatkaa kourua tai johtokanavaa pitkin uuteen keskukseen, että vanhoja putkia voi hyödyntää. Tämä tuo vanhan keskuksen päälle, sekä seinään sen yläpuolelle esteettistä haittaa, mutta pääosin se jää naula-koiden taakse.

Jo hiljattain saneeratuissa asunnoissa ei vanhoja asennuksia pureta, vaan ne otetaan käyttöön sellaisenaan. Mikäli valaisimen pistorasia jäisi ilman vikavirtasuojakytkintä, valaisin vaihdetaan pistorasiattomaan malliin ja uusi pistorasia asennetaan sopivaan paikkaan.

Uusia asennuksia punapossussa tulee olemaan pistorasiat sekä parvekkeen asennukset. Olo- ja makuuhuoneet ovat kuivaa tilaa, joten sinne asennetaan IP20 luokan lista-asennuspistorasiat. Olo- ja makuuhuoneiden ikkunoiden päälle asennetaan valaisinpistorasiat. Niitä ohjataan olohuoneessa uudella kytkimellä ja makuuhuoneessa 5-kytkimellä. Eteinen on samoin kuivaa tilaa. Sinne asennetaan yksi IP20 pistorasia lista-asennuksena.

Keittiössä pistorasiat asennetaan seinään pinta-asennuksena. Uusia pisteitä tulee mm. astianpesukoneelle, mikrolle ja liesikuvulle. Keittiön pistorasiat ovat kokonaisuudessaan uudella ryhmällä, mutta astianpesukone ja jääkaappi tulevat kokonaan omille ryhmilleen. Keittiöihin tulee lisäksi uudet valokatkaisijat, jolloin valoja voidaan ohjata kahdesta eri paikasta. Työtasovalaisimet ovat ilman pistorasioita ja ne asennetaan tasojen päälle.

Parvekkeelle sijoitettavat valaisimet ja pistorasiat asennetaan siten, että vesi voi pudota enintään 60° kulmassa. Tällöin voidaan käyttää IP31 asennusluokkaa, käytännössä kuitenkin IP44.

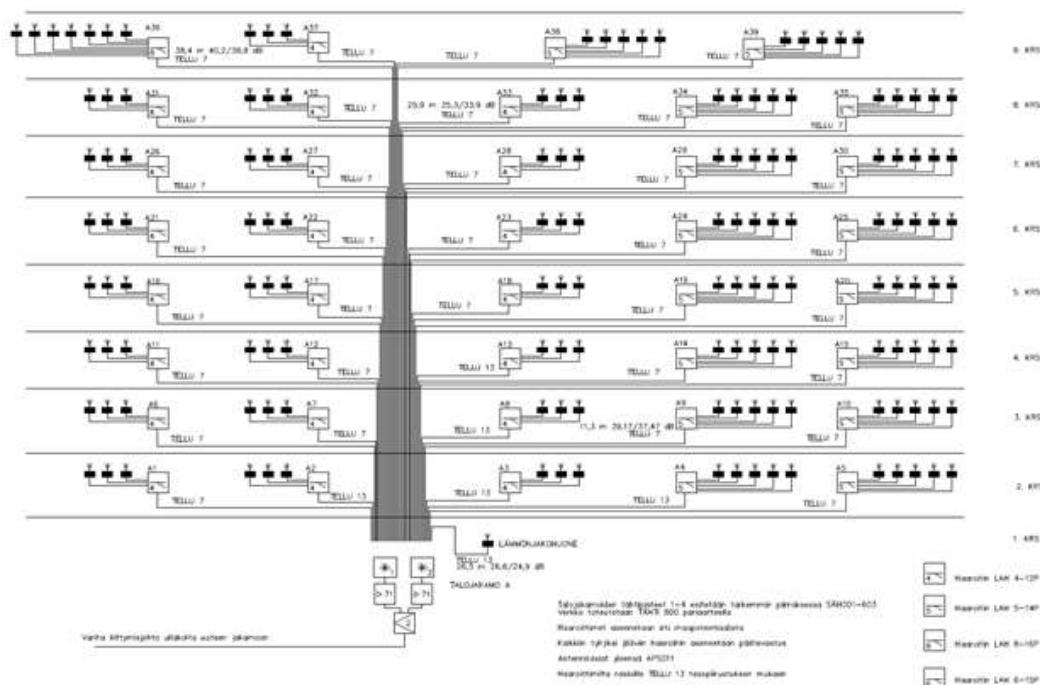
Uudet johdotukset lähtevät keskukselta johtokotelossa seinän ja katon rajassa. Huoneiden kulmissa on pystylistat, joista johdot pudotetaan alas jalkalistaan. Uusien pistorasioiden asennukset menevät pääosin jalkalistaan pitkin. Johdotukset ikkunanpäälle tulevat vanhoista pistorasioista, joista ne nostetaan pystylistaa pitkin ylös ja kourua pitkin valaisinpisteelle. Mikäli asukas haluaa, voidaan asennukset toteuttaa myös uppoasennuksena, jolloin remontista aiheutuu suurempaa haittaa, mutta jälki voi olla siistimpää.

#### 4.2.6 Telejärjestelmät

Kiinteistön kaikki telejärjestelmät suunniteltiin uudelleen. Vanhat puhelinkaapeloinnit poistuvat käytöstä ja tilalle rakennetaan yleiskaapelointiverkko. Uudet telejakamo tilat sijoitetaan molemmissa rakennuksissa vanhoihin roskahuoneisiin niiden hyvän sijainnin ja pystykuilun vuoksi. Vanha telekaapeli jatketaan vanhasta puhelinkomerosta uuteen paikkaan ja uusi valokuitu vedetään huoneeseen saakka. Teleyritys sijoittaa jakamoon omat aktiivilaitteensa sekä kiinteistön jakoa varten tilaan tulee myös omat jakolaitteet. A-talon talojakamosta vedetään kategoria 6 kaapeli sekä valokuitukaapeli B-talon alijakamoon. Jokaisen huoneiston IT-osaan tulee kategoria 6 parikaapeli sekä valokuitu jakamolta kuvan 12 mukaisesti. Nousu kuiluna käytetään vanhaa roskakuilua sen hyvän sijainnin vuoksi. Tähän kuiluun ei sijoiteta sähkökaapeleita. Lisäksi hissin konehuoneeseen vedetään yksi parikaapeli hissin valvontaa varten sekä käyttövedenmittaukselle yksi parikaapeli. Huoneistoissa yleiskaapelointipiste tulee tasopiirrustuksen mukaisesti ja se vedetään pelkästään kategoria 6:n parikaapelilla.



Jokaiselle tähtipisteelle täytyy asentaa oma vahvistimensa. Jokaisen huoneiston IT-osaan vedetään suunnitelman mukaisesti joko TELLU13- tai TELLU7- koaksiaalikaapeli. Huoneistossa on haaroitin, josta jokaiselle antennirasiaalle vedetään TELLU13- kaapeli suunnitelman mukaisesti, kuten kuvassa 13 on esitetty.



KUVA 13 A-talon antenniverkko (Soronen 2015)

#### 4.2.7 Maadoitus

Kiinteistön maadoitus on hoidettu liittymiskaapelin kautta. Varsinaista maadoituselektrodia ei ole asennettu kumpaankaan rakennukseen, mutta pääkeskuksesta on maadoitettu muutamia metallisia vesiputkia. Uudessa suunnitelmassa kiinteistön maadoitukset uusitaan täysin. Molempien rakennusten ympäri vedetään uusi maadoituselektrodi ja kaikki metalliset johtavat osat, kuten vesiputket ja kaapelitiet, maadoitetaan pääpotentiaalintauskiskoon. Kiskot ovat galvaanisesti yhteydessä pääkeskukseen maadoituskiskoon ja sitä kautta sähköverkkoon. Lisäksi ullakolle vedetään kaksi 25 mm<sup>2</sup> kuparia tukiaseman varausta varten. Rakennuksissa ei ole maadoitettu betoniverkkoja, joten kylpyhuone remonttien yhteydessä täytyy ko. tilaan rakentaa lisäpotentiaalintaus, joka tehdään kohdan 3.10 mukaisesti. Kuvassa 14 on kiinteistön maadoituksen periaate.



## 4.3 Dokumentointi

### 4.3.1 Luettelot ja selostukset

Sähkösuunnitelman ensimmäinen dokumentti on piirustusluettelo, johon on koottu kaikki suunnitelmaan tehty piirrokset. Piirustusluettelossa kerrotaan kohteen nimi, tekijä, päivämäärä sekä työn numero ja piirustulaji. Tämän työn numeroksi merkittiin 001 ja tiedostotunnukseksi SÄH001-001. Tunnuksen ensimmäiset numerot kertovat työn numeron ja jälkimmäinen piirustusnumeron. Piirustuksia ja dokumentteja kertyi yhteensä 45 kappaletta.

Valaisinluetteloon koottiin kaikki suunnittelussa valitut valaisimet. Kohteeseen tulee erilaisia valaisimia 14, mutta rakennuttajalla on kuitenkin oikeus muuttaa valaisintyyppejä ja niiden määrää. Valaisinluettelo on piirustunumero 002.

Sähköselostukseen on kasattu kohdetta koskevat tiedot. Siinä on selostettu mm. sähkö- ja teleliittymien tiedot, asennuksia koskevat erityisohjeet sekä urakkarajat. Erityisesti sähköselostuksessa on otettu kantaa sähkösuunnittelijan vastuuseen rakennusaikaisessa valvonnassa sekä loppupiirustusten tekemiseen.

### 4.3.2 Asema- ja tasopiirrustukset

Asemapiirustukseen on piirretty talojen sijainti tontilla sekä niihin liittyvien sähkö- ja telekaapeleiden sijainnit. Lisäksi siitä näkee pihalle asennettavien valaisimien sijainnit ja muut sähkönkäyttöpisteet. Varasin kuitenkin rakennuttajalle oikeuden päättää, mitä valaisintyyppejä käytetään ja mihin valaisimet asennetaan. Asemapiirustus on numero 101 ja mittakaavana 1:200.

Tasopiirrustukset ovat numeroina 2001–2020 ja mittakaavana 1:50. Tasopiirustus kertoo sähköasennusten paikat ja tyypit. Lisäksi siinä voi olla erityisiä ohjeita tiettyihin tiloihin. Tasopiirrustuksiin kokosin kaikki asennettavat järjestelmät, koska niitä ei ole paljon. Siinä on mm. antenni- ja telejärjestelmät sekä ovipuhelin- ja vedenmittauslaitteiden sijainnit ilman kaapelointeja, koska laitteille on olemassa omat kaavionsa. Savunpoistojärjestelmälle tasopiirustuksessa näytetään laitteiden sijainnit ja kaapeloinnit. Palovaroittimien paikat ovat vain ohjeelliset, koska huomioon on otettava myös kaapeloinnit. Tasopiirrustuksissa on myös piirretty mahdolliset alakatot ja kotelot, joita voi tarvita asennuksissa. Ne tilat, joiden sähköasennuksia ei saneerata, on tasopiirrustuksissa merkitty selkeästi. Näiden tilojen asennukset on liitetty säilytettäviin keskuksiin.

### 4.3.3 Nousu- ja keskuskaaviot

Nousukaavio on numerolla 301, ja siitä näkyy pääjohtojen tyypit sekä kaapeloinnin periaate. Kaaviossa näkyy jokainen keskus kerroksittain sekä hissien ja IV-koneiden keskuksat. Liittyminen Kuopion Energian verkkoon tapahtuu 2 x AXMK 4x185 kaapelilla. B-talon mittauskeskukselle menee yksi AXMK 4x185 ja nousukeskukselle oma AMCMK 4x70+21 kaapeli. Huoneistojen kaapeloinnit on tehty pääosin MMJ 5x6S mutta muutamissa on MMJ 5x10S kaapeli.



Keskuskaavioita on 13 kappaletta ja ne ovat numeroilla 301–314. Keskuskaaviot on tehty erikseen pää- ja nousukeskukselle, molemmille mittauskeskuksille sekä toimiston, yksiöiden ja kaksioiden ryhmäkeskuksille. Ullakon IV-keskukselle on tehty vain yhdenlainen malli. Kolmioihin täytyi suunnitella kolme erilaista keskusta. Yksi on perusmalli joka sopii suurimpaan osaan asuntoja. Yhdessä on ryhmämuutokset kiukaille ja yhdessä täytyy olla kylmälaitteille lisäpisteitä. Neliöitä taloyhtiössä on kolme kappaletta, ja yhtä keskusmallia pystyy käyttämään kahdessa. Yhdessä asunnossa pohja on muuttunut remonttien yhteydessä niin, että siihen täytyi suunnitella aivan oma keskustyyppinsä.

#### 4.3.4 Tele ja muut kaaviot

Telejärjestelmille on varattu numerot 601–606. Yleiskaapelointi esitetään kaaviossa 601, jossa on kuvattu selkeästi verkon rakenteen periaatteet. Kaaviossa kerrotaan myös käytettävät kaapelit. Antennikaavio on numerolla 602 ja tähtipisteiden tarkennukset kaaviossa 603. Antennikaavio on tehty samalla periaatteella kuin yleiskaapelointi, lisäksi siinä näkyy käytettävien laitteiden malleja. Tähtipisteiden tarkennuskaaviossa on tarkkaan kerrottu tähtipisteen rakenne, koska muuten vaimennusvaatimuksia ei saataisi täysin täyttymään.

Ovipuhelinjärjestelmät on kerrottu kaaviossa 604 ja 605. Siinä näytetään järjestelmän rakenne, johdotukset sekä tarvittavat laitteistot.

Vedenmittauskaavio on numero 606. Kaaviossa esitetään vedenmittauslaitteiston asennukset samalla tavalla kuin edellisissä kohdissakin. Kaaviossa on kerrottu tarvittavat kaapeloinnit, tai mikäli kaapelit kuuluvat laitteiston toimitukseen. Järjestelmä on suunniteltu käyttäen suomalaista VESIVERTO laitteistoa.

Maadoituskaavion numero on 801. Siinä näkyy tarvittavat maadoitukset, joita kiinteistön molempiin rakennuksiin pitää asentaa. Lisäksi siinä selviää suihku- ja peseytymistilojen lisäpotentialintasauksen rakenne, mikäli sellainen joudutaan rakentamaan.

## 5 YHTEENVETO

Työ oli kokonaisuudessaan työläs mutta mielenkiintoinen. Työelämäyhteys oli konkreettinen, koska sähkösaneeraussuunnitelma täytyi tehdä todellisessa kohteessa. Työssä oli kaksi varsinaista osaa: kiinteistön kuntotutkimus ja sähkösaneeraussuunnitelma. Kohteen lähtötiedot olivat erittäin niukat: tiedossa oli vain muutamia sähkötekniisiä asiakirjoja, joiden avulla ei kuitenkaan saanut kokonaiskuvaakaan aikaiseksi.

Kuntotutkimuksessa tarkastettiin 85:stä asunnosta 72 sekä yleiset tilat. Kiinteistön kunto oli tyydyttävä. Sähkösaneerauksen tarvetta puoltaa kuitenkin ensisijaisesti kapasiteetin puute. Mitään erityisen vaarallisia puutteita ei havaittu, mutta huomauttamista oli monestakin asiasta.

Sähkösaneeraussuunnitelman tekemisessä suurin haaste oli saavuttaa mahdollisimman pieni jännitteenalenema järkevillä kustannuksilla. Tähän auttoi erityisesti syöttökaapelin tuplaaminen, jolloin jännitteenalenema pieneni oleellisesti. Kustannusten hillitsemiseksi voitiin huoneistojen ryhmäkeskusten syöttökaapeleita pienentää, mikä yllättäen tulee halvemmaksi kuin alkuperäinen vaihtoehto. Tämä johtui siitä että nousukaapeli määrä oli suuri. Toinen haaste oli selvittää kaapeleiden nousureitit. Vanhoissa rakennuksissa on vähän tilaa eikä hyllyjä voi joka paikkaan asentaa esteettisyyden vuoksi.

Sähkösaneeraussuunnitelmasta saatiin taloyhtiölle riittävän kattava paketti, jossa on suunnitelmat jokaisen järjestelmän uusimiseen ja uusien järjestelmien asentamiseen. Tällä kokonaisuudella taloyhtiö voi tehdä tarjouspyynnöt urakoitsijoille tai valita suunnitelmista sen, mitä tarvitsevat.

## LÄHTEET

AUTIO, Isto 2002. Sähkö- ja teletekniset tilat ja asennusreitit. ST-käsikirja 35. Espoo: Sähköinfo Oy.

ENERGIATEOLLISUUS ry. 2008. SA 2:08 Pienjänniteverkon ja jakelumuuntajan sähköinen mitoittaminen. Adato Energia Oy.

ERIKOISTILOJEN JA –ASENNUSTEN VAATIMUKSET. KYLPY- JA SUIHKUTILAT 2012. SFS 6000-7-701. Vahvistettu 2012. SESKO ry.

ERIKOISTILOJEN JA –ASENNUSTEN VAATIMUKSET. SAUNAT 2012. SFS 6000-7-703. Vahvistettu 2012. SESKO ry.

FINNI, Erkki, HIETANIEMI, Janne ja KARPPINEN Reijo 2001. Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. ST 13.31. Espoo: Sähköinfo Oy.

HAKALA, Paavo 2000. Henkilö- ja henkilötavarahissit sekä liukuportaat ja -käytävät. ST 51.60. Espoo: Sähköinfo Oy.

HIETA-WILKMAN, Sinikka ja KOVALAINEN, Sulo 2001. Asuntojen sähkö- ja telejärjestelmien muunneltavuus. ST-käsikirja 32. Espoo: Sähköinfo Oy.

HOVATTA, Tauno ja KAUPPI, Veijo 2013. Sähköremontti. Espoo: Sähkö- ja teleura-koitsijaliitto STUL ry.

HYYTÄ, Kalervo 2009. Palovaroittimet. ST 662.50. Espoo: Sähköinfo Oy.

KARIMÄKI, Juha. 2005. Kerrostalon sähkösuunnitteluohje. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Savonia-AMK. [Viitattu 2015-02-03] <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201003064672>

KAUPPI, Veijo ja REINIKAINEN, Ville 2013. Sähköasennukset 4. Espoo: Sähkö- ja teleura-koitsijaliitto STUL ry.

KAUPPILA, Jenna 2013. Asuntojen sähköasennusten tyypillisimmät korjaus-, muutos- ja laajennustyöt. ST 51.40. Espoo: Sähköinfo Oy.

KAUTTO, Pentti 2014. Savunhallintajärjestelmä. Suunnittelu. ST 666.10. Espoo: Sähköinfo Oy.

LAININEN, Heikki. 2013. Kiinteistöjen tiedonsiirto ja automaatiojärjestelmät. Luentomateriaali. Kuopio: Savonia-AMK

MUSTONEN, Antti. 2011. Kerrostalon sähkösaneerauksen suunnittelu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Tampereen AMK. [Viitattu 2015-01-23.] Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201105167996>

NURMI, Tapani 2012. Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalintasaukset. ST 53.21. Espoo: Sähköinfo Oy.

NYMAN, Kari 2001. Sähköinen varustetaso kerrostaloasunnossa. ST 25.21. Espoo: Sähköinfo Oy.

PERUSPERIAATTEET, YLEISTEN OMINAISUUKSIEN MÄÄRITTELY JA MÄÄRITELMÄT 2012. SFS 6000-1. Vahvistettu 2012. SESKO ry.

POK 2012. ITK840P-15J2V ryhmäkeskuksen esite. [Verkkajulkaisu] [Viitattu 2015-02-18] Saatavissa: <http://www.pok.fi/3312320>

RISTILÄ, Juha 2014. Antennijärjestelmät. ST-käsikirja 12. 6. painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

SAASTAMOINEN, Urpo 2014-04-11. [Keskustelu] Kuopio: Kuopion energia Oy.

SUOJAUSMENETELMÄT, SUOJAUS JÄNNITEHÄIRIÖILTÄ JA SÄHKÖMAGNEETTISILTA HÄIRIÖILTÄ 2012. SFS 6000-4-44. Vahvistettu 2012. SESKO ry.

SÄHKÖLAITTEIDEN VALINTA JA ASENTAMINEN, JOHTOJÄRJESTELMÄT 2012. SFS 6000-5-52. Vahvistettu 2012. SESKO ry.

SÄHKÖLAITTEIDEN VALINTA JA ASENTAMINEN. MAADOITTAMINEN JA SUOJAOHTIMET 2012. SFS 6000-5-54. Vahvistettu 2012. SESKO ry.

TIAINEN Esa T. 2012. D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry

TÄYDENTÄVÄT VAATIMUKSET. KUIVAT, KOSTEAT JA MÄRÄT TILAT SEKÄ ULKOTILAT 2012. SFS 6000-8-804. Vahvistettu 2012. SESKO ry.

VIITALA, Jaakko 2006.1 Sähkön laatu. Harmoniset yliaallot. ST 52.51.03. Espoo: Sähköinfo Oy.

VIITALA, Jaakko 2006.2 Sähkön laatu. Käsitteet ja vaatimukset. ST 52.50. Espoo: Sähköinfo Oy.

## LIITE 1: TEHON MITOITUSLASKELMA

## As Oy Kuopion Punapossun huipputeholaskelma

Kerros [m2]	308
Kerros lkm	16
Kerrosala [m2]	4928

Huipputeho: [kW]	65083,78
Tasauskerroin	0,26
Huoneisto lkm	85
Phmax ka [kW]	7,16

Kaava, ilman kiukaita	
Pmax: [kW]	158,33
Autopaikka vähennys	10+0,5*Nauto
Autopaikkojen lkm [Nauto]	85
Tarvittava teho [kW]	52,5
Pmax:[kW] ei autoja	105,83
Imax kaava: $I_{max} = P_{max} / (\sqrt{3} * 400 V * 0,96)$	
Imax [A]	159,12

Muuntaja 3~ lk [A]	5839
Zv [Ω]	0,038

## Talokeskus A omat sulakkeet

Phmax:	53,8
Imax [A]	80,89
Sulake [A]	80
Kaapeli	185
Jännitteenalenema	
Pätövirta Ip [A]	77,65
Loisvirta Iq [A]	22,65
Jännitteen alenema [V]	1,76
Jännitteen alenema [%]	0,76
Jännitteen alenema kok[%]	0,76
Oikosulkuvirta	
Zvmj [Ω]	0,08
Ikmk [A]	2676,38

## Pääkeskus

## Pääsulakkeet

Sulake [A]	160
Asennustapa	D
Korjauskerroin	0,92
Virtakestoisuus [A]	192,3913043
valinta	2xAXMK 4x185

Jännitteen alenema	
Pätövirta Ip [A]	152,75
Loisvirta Iq [A]	44,55
Johon resistanssi r [Ω/km]	0,1035
Johon reaktanssi x [Ω/km]	0,04
Johdon pituus l [km]	0,1
Jännitteen alenema [V]	1,76
Jännitteen alenema [%]	0,76
Oikosulkuvirta	
Zvlj [Ω]	0,16
Ikpk [A]	1338,19

## IV

Teho [kW]	6,40
Imax [A]	9,62
Sulake [A]	20
Kaapeli	6
Pätövirta Ip [A]	9,24
Loisvirta Iq [A]	2,69
Johon resistanssi r [Ω/km]	3,66
Johon reaktanssi x [Ω/km]	0,10
Johdon pituus l [km]	0,03
Jännitteen alenema [V]	1,08
Jännitteen alenema [%]	0,47
Jännitteen alenema [V] kok	2,84
Jännitteen alenema kok[%]	1,24

**Hissi**

Teho [kW]	4,00
Virta [A]	6,01
Sulake	20
Kaapeli	6
Johon resistanssi $r$ [ $\Omega$ /km]	3,66
Johon reaktanssi $x$ [ $\Omega$ /km]	0,10
Johdon pituus $l$ [km]	0,04
Pätövirta $I_p$ [A]	5,77
Loisvirta $I_q$ [A]	1,68
Jännitteen alenema [V]	0,81
Jännitteen alenema [V] kok	2,57
Jännitteen alenema kok[%]	1,12

**Saunan ja pesutuvan RK**

RKA	
Phmax [kW]	4,50
Imax [A]	6,77
Sulake [A]	25
Kaapeli	MMJ 5x6S
Jännitteen alenema	
Pätövirta $I_p$ [A]	6,50
Loisvirta $I_q$ [A]	1,89
Johon resistanssi $r$ [ $\Omega$ /km]	3,66
Johon reaktanssi $x$ [ $\Omega$ /km]	0,10
Johdon pituus $l$ [km]	0,00
Jännitteen alenema [V]	0,10
Jännitteen alenema [%]	0,04
Jännitteen alenema kok[%]	0,81
Oikosulkuvirta	
Zvmj [ $\Omega$ ]	0,19
Ik <sub>mk</sub> [A]	1135,41

**Mittauskeskus A-talo**

MKA	
Huoneistojen lkm [Nh]	39
Tasauskerroin [C(Nh)]	0,29
Phmax ka [kW]	7,55
Phmax [kW]	55,05
Imax [A]	82,77
Sulake [A]	100
Kaapeli	MCMK 4x70+25
Jännitteen alenema	
Pätövirta $I_p$ [A]	79,46
Loisvirta $I_q$ [A]	23,18
Johon resistanssi $r$ [ $\Omega$ /km]	0,34
Johon reaktanssi $x$ [ $\Omega$ /km]	0,08
Johdon pituus $l$ [km]	0,00
Jännitteen alenema [V]	0,11
Jännitteen alenema [%]	0,05
Jännitteen alenema kok[%]	0,81
Oikosulkuvirta	
Zvmj [ $\Omega$ ]	0,17
Ik <sub>mk</sub> [A]	1294,27

**Nousukeskus B-talo**

NK	
Tasauskerroin	0,28
Phmax	26,40
Imax	39,69
Sulake [A]	63
Kaapeli	AMCMK 70
Jännitteen alenema	
Pätövirta $I_p$ [A]	38,11
Loisvirta $I_q$ [A]	11,11
Johon resistanssi $r$ [ $\Omega$ /km]	0,55
Johon reaktanssi $x$ [ $\Omega$ /km]	0,08
Johdon pituus $l$ [km]	0,06
Jännitteen alenema [V]	1,31
Jännitteen alenema [%]	0,57
Jännitteen alenema kok[%]	1,34
Oikosulkuvirta	
Zvmj [ $\Omega$ ]	0,19
Ik <sub>mk</sub> [A]	1151,14

**Hissi**

Teho [kW]	4
Virta [A]	6,01
Sulake	20
Kaapeli	6
Johon resistanssi $r$ [ $\Omega$ /km]	3,66
Johon reaktanssi $x$ [ $\Omega$ /km]	0,10
Johdon pituus $l$ [km]	0,04
Pätövirta $I_p$ [A]	5,77
Loisvirta $I_q$ [A]	1,68
Jännitteen alenema [V]	0,90
Jännitteen alenema [V] kok	3,97
Jännitteen alenema kok[%]	1,73

**IV**

Teho [kW]	6,40
$I_{max}$ [A]	9,62
Sulake	20
Kaapeli	10
Pätövirta $I_p$ [A]	9,24
Loisvirta $I_q$ [A]	2,69
Johon resistanssi $r$ [ $\Omega$ /km]	2,24
Johon reaktanssi $x$ [ $\Omega$ /km]	0,09
Johdon pituus $l$ [km]	0,03
Jännitteen alenema [V]	0,70
Jännitteen alenema [%]	0,31
Jännitteen alenema [V] kok	3,78
Jännitteen alenema kok[%]	1,64

**Saunan ja pesutuvan RK**

RKB	
Phmax [kW]	4,5
$I_{max}$ [A]	6,77
Sulake [A]	25
Kaapeli	MMJ 5x10S
Jännitteen alenema	
Pätövirta $I_p$ [A]	6,50
Loisvirta $I_q$ [A]	1,89
Johon resistanssi $r$ [ $\Omega$ /km]	2,24
Johon reaktanssi $x$ [ $\Omega$ /km]	0,09
Johdon pituus $l$ [km]	0,02
Jännitteen alenema [V]	0,27
Jännitteen alenema [%]	0,12
Jännitteen alenema kok[%]	0,59
Oikosulkuvirta	
$Z_{vmj}$ [ $\Omega$ ]	1,37
$I_{krkb}$ [A]	159,97

**Mittauskeskus B-talo**

MKB	
Huoneistojen $l_{km}$ [Nh]	46
Tasauskerroin $[C(Nh)]$	0,28
Phmax $ka$ [kW]	6,83
Phmax [kW]	53,59
$I_{max}$ [A]	80,58
Sulake [A]	100
Kaapeli	AXMK 4x185
Jännitteen alenema	
Pätövirta $I_p$ [A]	77,36
Loisvirta $I_q$ [A]	22,56
Johon resistanssi $r$ [ $\Omega$ /km]	0,21
Johon reaktanssi $x$ [ $\Omega$ /km]	0,08
Johdon pituus $l$ [km]	0,06
Jännitteen alenema [V]	1,07
Jännitteen alenema [%]	0,46
Jännitteen alenema kok[%]	1,23
Oikosulkuvirta	
$Z_{vmj}$ [ $\Omega$ ]	0,19
$I_{kmkb}$ [A]	1151,14



Kerros	As	P <sub>hmax</sub>	A <sub>h</sub> [m <sup>2</sup> ]	P <sub>val</sub>	PKK	P <sub>kev</sub>	I <sub>max</sub>	Sulake	pituus m	Kaapeli	r [Ω]	x [Ω]	I <sub>p</sub> [A]	I <sub>q</sub> [A]	U <sub>a</sub> [V]	U <sub>a%</sub>	U <sub>tot</sub> [V]	Z [Ω]	Z <sub>vrij</sub> [Ω]	I <sub>krk</sub> [A]
2	1	6,55	55	550	6		9,85	25	7,30 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	0,25	0,11	0,93	3,66	0,22	984,06	
	2	6,48	48	480	6		9,74	25	10,70 5x6	3,66	0,1	9,35	2,73	0,37	0,16	0,98	3,66	0,25	885,24	
	3	6,55	55	550	6		9,85	25	15,42 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	0,54	0,23	1,05	3,66	0,28	776,93	
	4	8,27	77	770	8		12,43	25	17,75 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	0,78	0,34	1,15	3,66	0,30	732,67	
	5	8,27	77	770	8		12,43	25	10,60 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	0,47	0,20	1,02	3,66	0,25	887,86	
3	6	6,55	55	550	6		9,85	25	10,10 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	0,35	0,15	0,97	3,66	0,24	901,21	
	7	6,48	48	480	6		9,74	25	13,50 5x6	3,66	0,1	9,35	2,73	0,47	0,20	1,02	3,66	0,27	817,62	
	8	6,55	55	550	6		9,85	25	18,22 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	0,64	0,28	1,09	3,66	0,30	724,35	
	9	8,27	77	770	8		12,43	25	20,55 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	0,90	0,39	1,21	3,66	0,32	685,74	
	10	8,27	77	770	8		12,43	25	13,40 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	0,59	0,26	1,07	3,66	0,27	819,86	
4	11	6,55	55	550	6		9,85	25	12,90 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	0,45	0,20	1,01	3,66	0,26	831,22	
	12	6,48	48	480	6		9,74	25	16,30 5x6	3,66	0,1	9,35	2,73	0,56	0,24	1,06	3,66	0,29	759,60	
	13	6,55	55	550	6		9,85	25	21,02 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	0,73	0,32	1,13	3,66	0,32	678,44	
	14	8,27	77	770	8		12,43	25	23,35 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	1,03	0,45	1,26	3,66	0,34	644,45	
	15	8,27	77	770	8		12,43	25	16,20 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	0,71	0,31	1,12	3,66	0,29	761,53	
5	16	6,55	55	550	6		9,85	25	15,70 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	0,55	0,24	1,05	3,66	0,28	771,33	
	17	6,48	48	480	6		9,74	25	19,10 5x6	3,66	0,1	9,35	2,73	0,66	0,29	1,10	3,66	0,31	709,27	
	18	6,55	55	550	6		9,85	25	23,82 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	0,83	0,36	1,18	3,66	0,34	638,00	
	19	8,27	77	770	8		12,43	25	26,15 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	1,15	0,50	1,32	3,66	0,36	607,86	
	20	8,27	77	770	8		12,43	25	19,00 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	0,84	0,36	1,18	3,66	0,31	710,95	
6	21	6,55	55	550	6		9,85	25	18,50 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	0,65	0,28	1,10	3,66	0,30	719,48	
	22	6,48	48	480	6		9,74	25	21,90 5x6	3,66	0,1	9,35	2,73	0,76	0,33	1,14	3,66	0,33	665,19	
	23	6,55	55	550	6		9,85	25	26,62 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	0,93	0,40	1,22	3,66	0,36	602,12	
	24	8,27	77	770	8		12,43	25	28,95 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	1,27	0,55	1,37	3,66	0,38	575,19	
	25	8,27	77	770	8		12,43	25	21,80 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	0,96	0,42	1,23	3,66	0,33	666,67	
7	26	6,55	55	550	6		9,85	25	21,30 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	0,74	0,32	1,14	3,66	0,33	674,17	
	27	6,48	48	480	6		9,74	25	24,70 5x6	3,66	0,1	9,35	2,73	0,85	0,37	1,19	3,66	0,35	626,27	
	28	6,55	55	550	6		9,85	25	29,42 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	1,03	0,45	1,26	3,66	0,38	570,05	
	29	8,27	77	770	8		12,43	25	31,75 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	1,40	0,61	1,42	3,66	0,40	545,86	
	30	8,27	77	770	8		12,43	25	24,60 5x10	2,24	0,09	11,94	3,48	0,67	0,29	1,10	2,246	0,28	783,51	
8	31	6,55	55	550	6		9,85	25	24,10 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	0,84	0,37	1,18	3,66	0,35	634,22	
	32	6,48	48	480	6		9,74	25	27,50 5x6	3,66	0,1	9,35	2,73	0,95	0,41	1,23	3,66	0,37	591,66	
	33	6,55	55	550	6		9,85	25	32,22 5x6	3,66	0,1	9,45	2,76	1,12	0,49	1,30	3,66	0,41	541,23	
	34	8,27	77	770	8		12,43	25	34,55 5x10	2,24	0,09	11,94	3,48	0,94	0,41	1,22	2,246	0,32	675,66	
	35	8,27	77	770	8		12,43	25	27,40 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	1,21	0,52	1,34	3,66	0,37	592,83	
9	36	13,46	96	960	8	5	20,24	25	26,90 5x10	2,24	0,09	19,43	5,67	1,19	0,52	1,33	2,246	0,29	755,63	
	37	6,55	55	550	6		9,85	25	35,02 5x10	2,24	0,09	9,45	2,76	0,75	0,33	1,14	2,25	0,33	670,72	
	38	13,27	77	770	8		19,95	25	37,35 5x10	2,24	0,09	19,15	5,59	1,62	0,71	1,52	2,246	0,34	650,46	
	39	8,27	77	770	8		12,43	25	30,20 5x6	3,66	0,1	11,94	3,48	1,33	0,58	1,39	3,66	0,39	561,72	



Kerros	As	Phmax	Ah [m2]	Pval	PKK	Pkev	Imax	Sulake	pituus n	Kaapeli	r [Ω]	x [Ω]	ip [A]	iq [A]	ua [V]	ua%	uatot [V]	Z [Ω]	Zvnj [Ω]	Ikirk [A]
1	Vuo	3,9	30	300	4		5,86	16	6 5x6		3,66	0,1	5,63	1,64	0,12	0,05	1,28	3,66	0,2	935,55
2	40	6,55	55	550	6		9,85	25	11,7 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,41	0,18	1,41	3,66	0,3	794,24
	41	6,48	48	480	6		9,74	25	13,9 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	0,48	0,21	1,44	3,66	0,3	750,48
	42	6,55	55	550	6		9,85	25	19,3 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,67	0,29	1,52	3,66	0,3	661,09
	43	6,55	55	550	6		9,85	25	21,4 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,75	0,32	1,55	3,66	0,3	631,83
	44	6,48	48	480	6		9,74	25	15,9 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	0,55	0,24	1,47	3,66	0,3	714,69
	45	6,55	55	550	6		9,85	25	14,8 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,52	0,22	1,45	3,66	0,3	733,94
3	46	6,55	55	550	6		9,85	25	14,5 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,51	0,22	1,45	3,66	0,3	739,38
	47	6,48	48	480	6		9,74	25	16,7 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	0,58	0,25	1,48	3,66	0,3	701,31
	48	6,55	55	550	6		9,85	25	22,1 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,77	0,34	1,56	3,66	0,4	622,64
	49	6,55	55	550	6		9,85	25	24,2 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,84	0,37	1,60	3,66	0,4	596,61
	50	6,48	48	480	6		9,74	25	18,7 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	0,65	0,28	1,51	3,66	0,3	669,96
	51	6,55	55	550	6		9,85	25	17,6 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,61	0,27	1,50	3,66	0,3	686,85
4	52	6,55	55	550	6		9,85	25	17,3 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,60	0,26	1,49	3,66	0,3	691,6
	53	6,48	48	480	6		9,74	25	19,5 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	0,67	0,29	1,52	3,66	0,3	658,19
	54	6,55	55	550	6		9,85	25	24,9 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,87	0,38	1,61	3,66	0,4	588,41
	55	6,55	55	550	6		9,85	25	27 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,94	0,41	1,64	3,66	0,4	565,11
	56	6,48	48	480	6		9,74	25	21,5 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	0,74	0,32	1,55	3,66	0,3	630,5
	57	6,55	55	550	6		9,85	25	20,4 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,71	0,31	1,54	3,66	0,3	645,43
5	58	6,55	55	550	6		9,85	25	20,1 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,70	0,30	1,53	3,66	0,3	649,63
	59	6,48	48	480	6		9,74	25	22,3 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	0,77	0,33	1,56	3,66	0,4	620,06
	60	6,55	55	550	6		9,85	25	27,7 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,97	0,42	1,65	3,66	0,4	557,75
	61	6,55	55	550	6		9,85	25	29,8 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	1,04	0,45	1,68	3,66	0,4	536,78
	62	6,48	48	480	6		9,74	25	24,3 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	0,84	0,36	1,59	3,66	0,4	595,43
	63	6,55	55	550	6		9,85	25	23,2 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,81	0,35	1,58	3,66	0,4	608,73
6	64	6,55	55	550	6		9,85	25	22,9 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,80	0,35	1,58	3,66	0,4	612,46
	65	6,48	48	480	6		9,74	25	25,1 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	0,87	0,38	1,61	3,66	0,4	586,11
	66	6,55	55	550	6		9,85	25	30,5 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	1,06	0,46	1,69	3,66	0,4	530,13
	67	6,55	55	550	6		9,85	25	32,6 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	1,14	0,49	1,72	3,66	0,4	511,14
	68	6,48	48	480	6		9,74	25	27,1 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	0,94	0,41	1,64	3,66	0,4	564,05
	69	6,55	55	550	6		9,85	25	26 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,91	0,39	1,62	3,66	0,4	575,97
7	70	6,55	55	550	6		9,85	25	25,7 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,90	0,39	1,62	3,66	0,4	579,31
	71	6,48	48	480	6		9,74	25	27,9 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	0,96	0,42	1,65	3,66	0,4	555,69
	72	6,55	55	550	6		9,85	25	33,3 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	1,16	0,50	1,73	3,66	0,4	505,11
	73	6,55	55	550	6		9,85	25	35,4 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	1,23	0,54	1,77	3,66	0,4	487,85
	74	6,48	48	480	6		9,74	25	29,9 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	1,03	0,45	1,68	3,66	0,4	535,82
	75	6,55	55	550	6		9,85	25	28,8 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	1,00	0,44	1,67	3,66	0,4	546,57
8	76	6,55	55	550	6		9,85	25	28,5 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	0,99	0,43	1,66	3,66	0,4	549,57
	77	6,48	48	480	6		9,74	25	30,7 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	1,06	0,46	1,69	3,66	0,4	528,26
	78	6,55	55	550	6		9,85	25	36,1 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	1,26	0,55	1,78	3,66	0,5	482,35
	79	6,55	55	550	6		9,85	25	38,2 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	1,33	0,58	1,81	3,66	0,5	466,58
	80	6,48	48	480	6		9,74	25	32,7 5x6		3,66	0,1	9,35	2,73	1,13	0,49	1,72	3,66	0,4	510,27
	81	6,55	55	550	6		9,85	25	31,6 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	1,10	0,48	1,71	3,66	0,4	520,01
9	82	13,46	96	960	8	5	20,24	25	29,5 5x10		2,24	0,09	19,43	5,67	1,30	0,57	1,80	2,25	0,3	679,02
	83	6,55	55	550	6		9,85	25	38,9 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	1,36	0,59	1,82	3,66	0,5	461,55
	84	6,55	55	550	6		9,85	25	41 5x6		3,66	0,1	9,45	2,76	1,43	0,62	1,85	3,66	0,5	447,1
	85	13,46	96	960	8	5	20,24	25	32,6 5x10		2,24	0,09	19,43	5,67	1,44	0,63	1,86	2,25	0,3	650,97

## LIITE 2: ANTENNILASKELMA

TALO A	Pituus/m	Kaapeli /nousu	Vaimennus /nousu	Pisteet	Pisin matka	Huoneisto kaapeli	Vaimennus / pisin	Haarotin86	2xjaotin	8xjaotin862	4xlaotin 862	Rasia	vaimennus yht	Haarotin46	2xjaotin47	8xlaotin47	4xlaotin 47	Rasia	vaimennus yht	erotusvaimennus
UJH	26,5	TELLU13	5,43							12	8,2	1	26,63			11	7,5	1	24,93	60,43
1	20,7	TELLU7	2,26	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	38,82	12		11	7,5	1	37,12	1,70
2	14,1	TELLU13	1,54	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	37,93	12		11	7,5	1	36,23	1,70
3	9,1	TELLU13	0,99	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	37,55	12		11	7,5	1	35,85	1,70
4	8,5	TELLU13	0,93	5	13,4	TELLU13	2,75	14		12	8,2	1	38,87	14		11	7,5	1	37,17	1,70
5	22,9	TELLU7	2,50	5	13,4	TELLU13	2,75	14	4,1	12		1	36,34	14	3,7	11		1	34,94	1,40
6	23,5	TELLU7	2,56	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	35,02	12	3,7	11		1	33,62	1,40
7	16,9	TELLU7	1,84	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	38,24	12		11	7,5	1	36,54	1,70
8	11,9	TELLU13	1,30	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	37,86	12		11	7,5	1	36,16	1,70
9	11,3	TELLU7	1,23	5	13,4	TELLU13	2,75	14		12	8,2	1	39,18	14		11	7,5	1	37,48	1,70
10	25,7	TELLU7	2,80	5	13,4	TELLU13	2,75	14	4,1	12		1	36,65	14	3,7	11		1	35,25	1,40
11	26,3	TELLU7	2,87	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	35,33	12	3,7	11		1	33,93	1,40
12	19,7	TELLU7	2,15	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	38,55	12		11	7,5	1	36,85	1,70
13	14,7	TELLU13	1,60	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	38,16	12		11	7,5	1	36,46	1,70
14	14,1	TELLU7	1,54	5	13,4	TELLU13	2,75	14		12	8,2	1	39,48	14		11	7,5	1	37,78	1,70
15	28,5	TELLU7	3,11	5	13,4	TELLU13	2,75	14	4,1	12		1	36,95	14	3,7	11		1	35,55	1,40
16	29,1	TELLU7	3,17	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	35,63	12	3,7	11		1	34,23	1,40
17	22,5	TELLU7	2,45	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	38,85	12		11	7,5	1	37,15	1,70
18	17,5	TELLU7	1,91	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	38,47	12		11	7,5	1	36,77	1,70
19	16,9	TELLU7	1,84	5	13,4	TELLU13	2,75	14		12	8,2	1	39,79	14		11	7,5	1	38,09	1,70
20	31,3	TELLU7	3,41	5	13,4	TELLU13	2,75	14	4,1	12		1	37,26	14	3,7	11		1	35,86	1,40
21	31,9	TELLU7	3,48	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	35,94	12	3,7	11		1	34,54	1,40
22	25,3	TELLU7	2,76	3	15,6	TELLU13	3,20	12	4,1	12		1	35,06	12	3,7	11		1	33,66	1,40
23	20,3	TELLU7	2,21	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	38,77	12		11	7,5	1	37,07	1,70
24	19,7	TELLU7	2,15	5	13,4	TELLU13	2,75	14	4,1	12		1	35,99	14	3,7	11		1	34,59	1,40
25	34,1	TELLU7	3,72	5	13,4	TELLU13	2,75	14	4,1	12		1	37,56	14	3,7	11		1	36,16	1,40
26	34,7	TELLU7	3,78	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	36,24	12	3,7	11		1	34,84	1,40
27	28,1	TELLU7	3,06	3	15,6	TELLU13	3,20	12	4,1	12		1	35,36	12	3,7	11		1	33,96	1,40
28	23,1	TELLU7	2,52	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,08	12		11	7,5	1	37,38	1,70
29	22,5	TELLU7	2,45	5	13,4	TELLU13	2,75	14	4,1	12		1	36,30	14	3,7	11		1	34,90	1,40
30	36,9	TELLU7	4,02	5	13,4	TELLU13	2,75	14	4,1	12		1	37,87	14	3,7	11		1	36,47	1,40
31	37,5	TELLU7	4,09	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	36,55	12	3,7	11		1	35,15	1,40
32	30,9	TELLU7	3,37	3	15,6	TELLU13	3,20	12	4,1	12		1	35,67	12	3,7	11		1	34,27	1,40
33	25,9	TELLU7	2,82	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	35,29	12	3,7	11		1	33,89	1,40
34	25,3	TELLU7	2,76	5	13,4	TELLU13	2,75	14	4,1	12		1	36,60	14	3,7	11		1	35,20	1,40
35	39,7	TELLU7	4,33	5	13,4	TELLU13	2,75	14	4,1	12		1	38,17	14	3,7	11		1	36,77	1,40
36	38,4	TELLU7	4,19	7	14,3	TELLU13	2,93	16	4,1	12		1	40,22	16	3,7	11		1	38,82	1,40
37	28,7	TELLU7	3,13	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	35,59	12	3,7	11		1	34,19	1,40
38	28,1	TELLU7	3,06	5	13,4	TELLU13	2,75	14	4,1	12		1	36,91	14	3,7	11		1	35,51	1,40
39	42,5	TELLU7	4,63	5	13,4	TELLU13	2,75	14	4,1	12		1	38,48	14	3,7	11		1	37,08	1,40

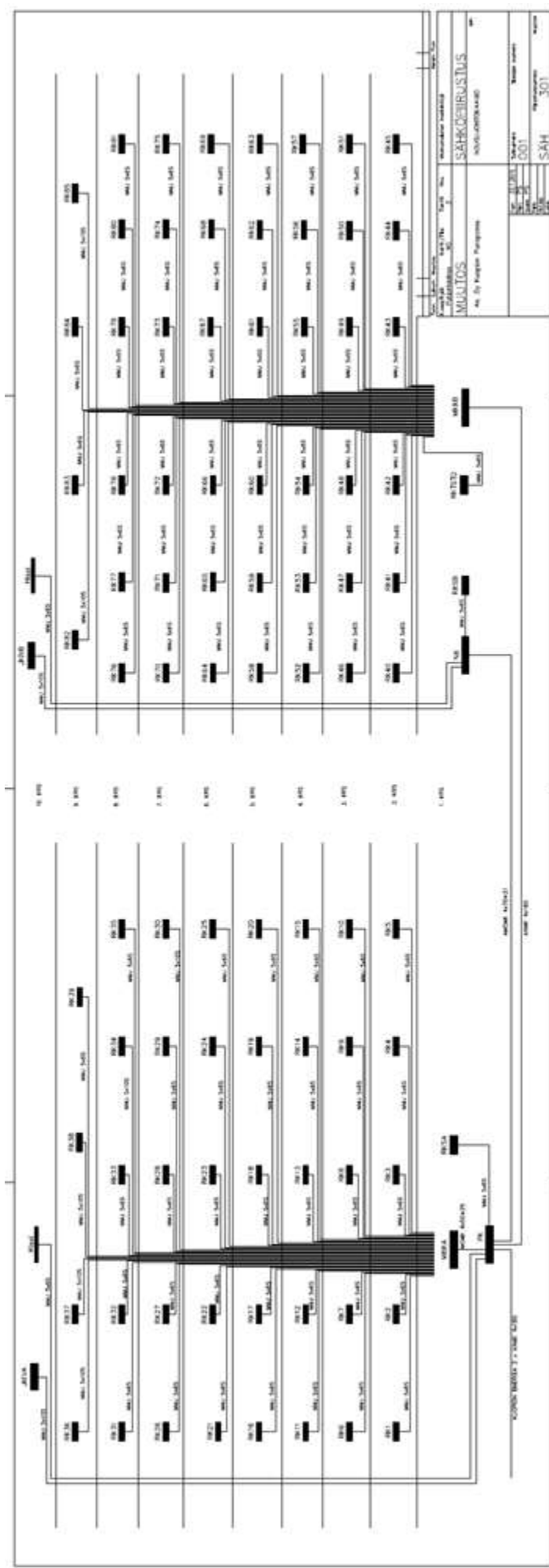


TALO B	Pituus/m	Kaapeli /nousu	Vaimennus /nousu	Pisteet	Pisin matka	Huoneisto kaapeli	Vaimennus / pisin	Haarotin86	2xjaotin	8xJaotin862	4xJaotin 862	Rasia	vaimennus yht	Haarotin46	2xjaotin47	8xJaotin47	4xJaotin 47	Rasia	vaimennus yht	erotusvaimennus
TSTi	14,5	TELLU13	2,97	2	6,6	TELLU13	1,35	12		12	8,2	1	37,53	12		11	7,5	1	35,83	1,70
40	27,0	TELLU7	2,94	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,51	12		11	7,5	1	37,81	1,70
41	14,1	TELLU13	2,89	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	39,29	12		11	7,5	1	37,59	1,70
42	9,1	TELLU13	1,87	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	38,43	12		11	7,5	1	36,73	1,70
43	7,5	TELLU13	1,54	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	38,1	12		11	7,5	1	36,40	1,70
44	16,3	TELLU13	3,34	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	39,74	12		11	7,5	1	38,04	1,70
45	23,6	TELLU7	2,57	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,13	12		11	7,5	1	37,43	1,70
46	29,8	TELLU7	3,25	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,81	12		11	7,5	1	38,11	1,70
47	16,9	TELLU13	3,46	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	39,86	12		11	7,5	1	38,16	1,70
48	11,9	TELLU13	2,44	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39	12		11	7,5	1	37,30	1,70
49	10,3	TELLU13	2,11	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	38,67	12		11	7,5	1	36,97	1,70
50	19,1	TELLU7	2,08	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	38,48	12		11	7,5	1	36,78	1,70
51	26,4	TELLU7	2,88	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,44	12		11	7,5	1	37,74	1,70
52	32,6	TELLU13	6,68	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	39,15	12	3,7	11		1	37,75	1,40
53	19,7	TELLU7	2,15	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	38,55	12		11	7,5	1	36,85	1,70
54	14,7	TELLU13	3,01	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,58	12		11	7,5	1	37,88	1,70
55	13,1	TELLU13	2,69	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,25	12		11	7,5	1	37,55	1,70
56	21,9	TELLU7	2,39	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	38,79	12		11	7,5	1	37,09	1,70
57	29,2	TELLU7	3,18	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,74	12		11	7,5	1	38,04	1,70
58	35,4	TELLU13	7,26	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	39,72	12	3,7	11		1	38,32	1,40
59	22,5	TELLU7	2,45	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	38,85	12		11	7,5	1	37,15	1,70
60	17,5	TELLU7	1,91	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	38,47	12		11	7,5	1	36,77	1,70
61	15,9	TELLU13	3,26	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,82	12		11	7,5	1	38,12	1,70
62	24,7	TELLU7	2,69	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	39,09	12		11	7,5	1	37,39	1,70
63	32,0	TELLU13	6,56	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	39,02	12	3,7	11		1	37,62	1,40
64	38,2	TELLU7	4,16	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	36,63	12	3,7	11		1	35,23	1,40
65	25,3	TELLU7	2,76	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	39,16	12		11	7,5	1	37,46	1,70
66	20,3	TELLU7	2,21	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	38,77	12		11	7,5	1	37,07	1,70
67	18,7	TELLU7	2,04	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	38,6	12		11	7,5	1	36,90	1,70
68	27,5	TELLU7	3,00	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	39,4	12		11	7,5	1	37,70	1,70
69	34,8	TELLU13	7,13	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	39,6	12	3,7	11		1	38,20	1,40
70	41,0	TELLU7	4,47	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	36,93	12	3,7	11		1	35,53	1,40
71	28,1	TELLU7	3,06	3	15,6	TELLU13	3,20	12		12	8,2	1	39,46	12		11	7,5	1	37,76	1,70
72	23,1	TELLU7	2,52	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,08	12		11	7,5	1	37,38	1,70
73	21,5	TELLU7	2,34	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	38,91	12		11	7,5	1	37,21	1,70
74	30,3	TELLU13	6,21	3	15,6	TELLU13	3,20	12	4,1	12		1	38,51	12	3,7	11		1	37,11	1,40
75	37,6	TELLU7	4,10	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	36,56	12	3,7	11		1	35,16	1,40
76	43,8	TELLU7	4,77	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	37,24	12	3,7	11		1	35,84	1,40
77	30,9	TELLU13	6,33	3	15,6	TELLU13	3,20	12	4,1	12		1	38,63	12	3,7	11		1	37,23	1,40
78	25,9	TELLU7	2,82	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,39	12		11	7,5	1	37,69	1,70
79	24,3	TELLU7	2,65	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,21	12		11	7,5	1	37,51	1,70
80	33,1	TELLU13	6,79	3	15,6	TELLU13	3,20	12	4,1	12		1	39,08	12	3,7	11		1	37,68	1,40
81	40,4	TELLU7	4,40	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	36,87	12	3,7	11		1	35,47	1,40
82	38,4	TELLU7	4,19	6	14,3	TELLU13	2,93	15	4,1	12		1	39,22	15	3,7	11		1	37,82	1,40
83	33,7	TELLU13	6,91	3	16,4	TELLU13	3,36	12	4,1	12		1	39,37	12	3,7	11		1	37,97	1,40
84	28,7	TELLU7	3,13	3	16,4	TELLU13	3,36	12		12	8,2	1	39,69	12		11	7,5	1	37,99	1,70
85	40,4	TELLU7	4,40	7	14,3	TELLU13	2,93	16	4,1	12		1	40,44	16	3,7	11		1	39,04	1,40

## LIITE 3: SÄHKÖSUUNNITELMA

RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE		LAATINUT	PÄIVÄYS	SVUT
As. Oy Kuopion Punapossu Suunniteltajantie 3, 70200 Kuopio		Petri Soronen	22.1.2015	1(1)
		PIRTAANT	MUUTOS PÄIVÄYS	MUUTOS
		Petri Soronen		
PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		TYÖ No	PIIRUSTUS No	
		001	001	
Asiakirjaluettelo		TALLENNUSTUNNUS	PIIRUSTUSLAJI	
		SÄH001-001	SÄHKÖPIIRUSTUS MUUTOS	
KOPIOT				
x AS. Oy Punapossu				
x Suunnitelma				
Piirustus:	Laji:	Tiedosto:	MK:	Päiväys: Muutos:
ASIAKIRJAT				
001	Piirustusluettelo	SÄH001-001		22.1.2015
002	Valaisinuettelo	SÄH001-002		22.1.2015
003	Sähköselostus	SÄH001-003		22.1.2015
101	Asemapiirustus	SÄH001-101	1:200	22.1.2015
TASOPIIRUSTUKSET				
2001	Tasopiirustus A 1. krs	SÄH001-2001	1:50	22.1.2015
2002	Tasopiirustus A 2. krs	SÄH001-2002	1:50	22.1.2015
2003	Tasopiirustus A 3. krs	SÄH001-2003	1:50	22.1.2015
2004	Tasopiirustus A 4. krs	SÄH001-2004	1:50	22.1.2015
2005	Tasopiirustus A 5. krs	SÄH001-2005	1:50	22.1.2015
2006	Tasopiirustus A 6. krs	SÄH001-2006	1:50	22.1.2015
2007	Tasopiirustus A 7. krs	SÄH001-2007	1:50	22.1.2015
2008	Tasopiirustus A 8. krs	SÄH001-2008	1:50	22.1.2015
2009	Tasopiirustus A 9. krs	SÄH001-2009	1:50	22.1.2015
2010	Tasopiirustus A 10. krs	SÄH001-2010	1:50	22.1.2015
2011	Tasopiirustus B 1. krs	SÄH001-2011	1:50	22.1.2015
2012	Tasopiirustus B 2. krs	SÄH001-2012	1:50	22.1.2015
2013	Tasopiirustus B 3. krs	SÄH001-2013	1:50	22.1.2015
2014	Tasopiirustus B 4. krs	SÄH001-2014	1:50	22.1.2015
2015	Tasopiirustus B 5. krs	SÄH001-2015	1:50	22.1.2015
2016	Tasopiirustus B 6. krs	SÄH001-2016	1:50	22.1.2015
2017	Tasopiirustus B 7. krs	SÄH001-2017	1:50	22.1.2015
2018	Tasopiirustus B 8. krs	SÄH001-2018	1:50	22.1.2015
2019	Tasopiirustus B 9. krs	SÄH001-2019	1:50	22.1.2015
2020	Tasopiirustus B 10. krs	SÄH001-2020	1:50	22.1.2015
KAAVIOT				
301	Nousujohtokaavio	SÄH001-301		22.1.2015
302	Keskuskaavio PK	SÄH001-302		22.1.2015
303	Keskuskaavio NK	SÄH001-303		22.1.2015
304	Keskuskaavio MMKA	SÄH001-304		22.1.2015
305	Keskuskaavio MMKB	SÄH001-305		22.1.2015
306	Keskuskaavio JKIV	SÄH001-306		22.1.2015
307	Keskuskaavio RK 55m2	SÄH001-307		22.1.2015
308	Keskuskaavio RK 46m2	SÄH001-308		22.1.2015
309	Keskuskaavio RK 77m2	SÄH001-309		22.1.2015
310	Keskuskaavio RK 77m2	SÄH001-310		22.1.2015
311	Keskuskaavio RK 77m2	SÄH001-311		22.1.2015
312	Keskuskaavio RK 96m2	SÄH001-312		22.1.2015
313	Keskuskaavio RK 96m2	SÄH001-313		22.1.2015
314	Keskuskaavio RK TSTO	SÄH001-314		22.1.2015
TELEJÄRJESTELMÄT				
601	Yleiskaapelointi	SÄH001-601		22.1.2015
602	Antennikaavio	SÄH001-602		22.1.2015
603	Antennin tarkennus	SÄH001-603		22.1.2015
604	Ovipuhelin A	SÄH001-604		22.1.2015
605	Ovipuhelin B	SÄH001-605		22.1.2015
606	Vesiverto	SÄH001-606		22.1.2015
MAADOITUS				
801	Maadoitus	SÄH001-801		22.1.2015



















SÄH 304

**A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT**

**KESKUS**

1. Nimellisjännite U<sub>n</sub> 400 V  
2. Jännitehäviö keskukseseen U<sub>k</sub> 1,52 %  
3. Taajuus f 50 Hz  
4. Nimellivirta I<sub>n</sub> 100 A  
5. Oikosulkukestoisuus  
terminen I<sub>t</sub> kA  
dynaaminen I<sub>d</sub> kA  
E 3:n mukaan ☐  
6. Keskuksen häviöteho P<sub>k</sub> kW  
7. Kiskot tai johtimet AC  
L1 ☒ L2 ☒ L3 ☒  
N ☒ PE ☒  
PEN ☐ L+ ☐ M ☐  
L- ☐ PE ☐  
8. Kiskot tai johtimet DC  
L+ ☐ M ☐  
L- ☐ PE ☐  
9. Ohjausjännite U V  
f Hz  
I A  
S kVA  
10. Apujännite 1 \_\_\_\_\_  
11. Apujännite 2 \_\_\_\_\_

**LITETTÄVÄT KUORMITUKSET**

12. Jakelujärjestelmä  
käyttörajoitettu 4j. TN-C-S ☐  
käyttörajoitettu 5j. TN-S ☒  
käyttörajoittamaton IT ☐  
13. Teho  
asennettu S 54 kVA  
tasattu S kVA  
14. Tehokerroin cos φ 0,96  
15. Lämmitystehon osuus kW

**B RAKENNETIEDOT**

1. Keskuslaji  
kenno ☐  
kotelo ☐  
kehäko ☒  
2. Kotelointiluokka  
min IP 20  
3. Keskuksen rakenne  
1-puoleinen ☒  
2-puoleinen ☐  
2 kpl 1-puoleisia  
selät vastakkain ☐  
4. Asennustapa  
pinnalle ☒  
uppoan ☐  
putkituskotelolla ☐  
5. Kiinnitys  
seinään ☒  
lattiaan ☐  
6. Asennus- ja tukirakenteet  
sidekiskot ☒  
jalustat ☐  
7. Keskuksen yhtenäinen ovilaite  
lukolla ☐  
salvalla ☐  
kolmioavain ☐ Abloyavain ☐  
8. Keskuksen oven ja kansien  
avautumisikulma  
min 90 astetta ☒  
min 180 astetta ☐

9. Kansien sarakointi  
kytkentäkenttät ☐  
kojekenttät ☐  
kiskokotelokenttät ☒  
kaikki ☐  
10. Pintakäsittely  
valmistajan normaali ☒  
erillisen ohjeen mukaan ☐  
11. Asennustila  
leveys 2200 mm  
korkeus, normaali ☒ muu \_\_\_\_\_ m  
syvyys, normaali ☒ muu \_\_\_\_\_ m  
12. Ympäristön lämpötila  
normaali 20...25 °C ☒  
min \_\_\_\_\_ °C max \_\_\_\_\_ °C  
13. Kennokeskuksen kaapelikulut  
1 kpl/kenttä ☐  
1 kpl/2 kenttää ☐  
valmistajan normaali ☐  
leveys \_\_\_\_\_ m  
14. Lattialla seisovan keskuksen  
alhaalla olevat läpiviennit  
avoin ☐  
palonkestävä ☐

**C TUNNUSMERKINNÄT**

1. Tunnusmerkinnät  
valmistajan normaali ☒  
erillinen ohje (sähköselitys) ☐  
2. Keskuksen tunnuskieli  
valmistajan normaali ☒  
erillinen ohje (sähköselitys) ☐  
3. Keskakojeiden tunnuskielit  
valmistajan normaali ☒  
erillinen ohje (sähköselitys) ☐  
4. Kennokeskuksen kenttien merkintä  
juokseva numerointi ☐  
— vasemmalla oikealla ☐  
— oikealta vasemmalla ☐  
erillinen ohje (sähköselitys) ☐  
5. Kennokeskuksen lähtöjen merkintä  
juokseva numerointi ☐  
kentän n-ro + juokseva numero ☐  
erillinen ohje (sähköselitys) ☐  
6. Sisäisten kojeiden merkintä  
valmistajan normaali ☒  
erillinen ohje (sähköselitys) ☐  
7. Sisäisten johtimien merkinnät  
ei suoriteta ☒  
erillinen ohje (sähköselitys) ☐  
8. Erillinen kieli  
"KESKUKSESSA MERAS OHJAUSJÄNNITE"  
"PÄÄKYTTÖN EI KATKAISE JÄNNITETTYÄ  
KAUKOLÄMMÖN MITTAUKSELTA" ☐

**D KALUSTETIEDOT**

1. Keskuksen kalustus  
valmistajan normaali ☒  
erillinen ohje (sähköselitys) ☐  
2. Kalustuksen tyyppi  
klintä ☒  
ulosotettava ☐  
ulosvedettävä ☐  
3. Kalustustapa  
keskitetty ☐  
yksikkölähdet ☐

4. Merkkilämpöt  
hehkulamput ☐  
hohtolamput ☐  
LED-lamput ☐  
5. Laskutusmittareiden toimittaja  
sähkölaitos ☒  
keskusvalmistaja ☐  
6. Laskutusmittamuuntajien toimittaja  
sähkölaitos ☐  
keskusvalmistaja ☐

**E KAAPELOINTITIEDOT**

1. Syöttö  
kaapeli ☒  
kiskosta ☐  
laji \_\_\_\_\_  
MCMK \_\_\_\_\_  
polkipinta 70 \_\_\_\_\_  
pituus jännitehöviön laskemiseksi 4 \_\_\_\_\_ m

2. Syötön tulosuunta  
alhaalta ☒  
yhdeltä ☐  
3. Syötön sijainti  
vasemmalla ☒  
oikealla ☒  
keskellä ☐  
4. Pääkaapeleiden lähtösuoja  
alas ☐  
ylös ☐  
5. Pääkaapeleiden lähtöminen kojelaitiin  
kojelaitiin yllä 16mm ☒  
riviliittimin L ☐ N ☐ PE ☐  
6. Ohjauskaapeleiden lähtösuoja  
alas ☐  
ylös ☐  
7. Ohjauskaapeli liitetään riviliittimiin ☐

**Huom:**

Monimittariakeskus, esim. POK OMA

As. Oy Kuopion Punapossu  
KESKUSKAAVIO  
MONIMITTARIKESKUS A

Suunn.  
P.S. /22.1.2015  
Lehti  
1/3

Kokonaismäärä

Kalkituspaikka

MVKK

Talonnumero

001

SÄH 304

SÄH 304										SÄH 304																	
										11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
										KESKUS								RYHMÄ	OSOITE	A/A	JOHDOTUS						
																						A					
																									B		
																			PÄÄJOHTO PK-LTA	/100	MCMK 4x70+25	C					
																									D		
																			RK1	25/25	MMJ 5x6S	E					
																									F		
																			RK2	25/25	MMJ 5x6S	G					
																									H		
																			RK3	25/25	MMJ 5x6S	J					
																									K		
																			RK4	25/25	MMJ 5x6S	L					
																									M		
																			RK5	25/25	MMJ 5x6S	N					
																									O		
																			RK6	25/25	MMJ 5x6S	P					
																									R		
																			RK7	25/25	MMJ 5x6S	S					
																									T		
																			RK8	25/25	MMJ 5x6S	U					
																									V		
																			RK9	25/25	MMJ 5x6S	X					
																									Y		
																			RK10	25/25	MMJ 5x6S	Z					
																									1		
																			RK11	25/25	MMJ 5x6S	2					
																			RK12	25/25	MMJ 5x6S						
																			RK13	25/25	MMJ 5x6S						
																			RK14	25/25	MMJ 5x6S						
																			RK15	25/25	MMJ 5x6S						
																			RK16	25/25	MMJ 5x6S						
																			RK17	25/25	MMJ 5x6S						
																			RK18	25/25	MMJ 5x6S						
																			RK19	25/25	MMJ 5x6S						
																			RK20	25/25	MMJ 5x6S						
																			RK21	25/25	MMJ 5x6S						
																			RK22	25/25	MMJ 5x6S						
																			RK23	25/25	MMJ 5x6S						

A muutokset

B muutokset

C muutokset

As. Oy Kuopion Punaossa

KESKUSKAAVO

MONIMITTARIKESKUS A

Paikka: PS / 22.1.2015

Kokouksen: 2/3

Sähkösäätö: MMKA

Työnumero: 001

SÄH 304

										11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	PS 200	
										KESKUS								RYHMÄ	OSOITE				A/A	JOHDOTUS					
																												A	
																												B	
																			RK24					25/25	MMJ 5x6S				C
																			RK25					25/25	MMJ 5x6S				D
																			RK26					25/25	MMJ 5x6S				E
																			RK27					25/25	MMJ 5x6S				F
																			RK28					25/25	MMJ 5x6S				G
																			RK29					25/25	MMJ 5x6S				H
																			RK30					25/25	MMJ 5x10S				J
																			RK31					25/25	MMJ 5x6S				K
																			RK32					25/25	MMJ 5x6S				L
																			RK33					25/25	MMJ 5x6S				M
																			RK34					25/25	MMJ 5x10S				N
																			RK35					25/25	MMJ 5x6S				O
																			RK36					25/25	MMJ 5x10S				P
																			RK37					25/25	MMJ 5x10S				R
																			RK38					25/25	MMJ 5x10S				S
																			RK39					25/25	MMJ 5x6S				T
																												U	
																												V	
																												X	
																												Y	
																												Z	
																												1	
																												2	

A muutokset  
B muutokset  
C muutokset

D muutokset  
E muutokset  
F muutokset

As. Oy Kuopion Punapossu  
KESKUSKAAVIO  
MONIMITTARIKESKUS A

Siirtäjä  
PS /22.1.2015

Kokonaismäärä  
Lehti  
3/3

Sähköpostiosoite  
MMKA

Työnumero  
001

Piirustuksen nimi  
SÄH 304

D muutos		E muutos		F muutos																			
<p><b>SÄHKÖTEKNISET TIEDOT :</b></p> <p>1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAAJUUS : 400 V 25 A 50 Hz</p> <p>2. TERMINEN OIKOSULKEUSTOISUUS : ka</p> <p>3. TASATTU- / ASENNETTU TEHO / COSFI : kW 6,55 kW 0,96 cosFI</p> <p>4. OHJAUSJÄNNITEKISKOT : <input checked="" type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> ON JÄNNITE V VIRTA A</p> <p>5. AC-KISKOT TAI JOHTIMET : <input type="checkbox"/> L1,N <input type="checkbox"/> L1,N,PE <input type="checkbox"/> L1,L2,L3,N <input checked="" type="checkbox"/> L1,L2,L3,N,PE</p> <p><b>RAKENNETIEDOT :</b></p> <p>1. KESKUSLAJI : <input type="checkbox"/> KENNO <input checked="" type="checkbox"/> KOTELO <input type="checkbox"/> KEHIKKO</p> <p>2. ASENNUSTAPA : <input checked="" type="checkbox"/> PINTA <input type="checkbox"/> UPPO KOTEL LUOKKA IP 20</p> <p>3. KIINNITYS : <input type="checkbox"/> LATTIA <input checked="" type="checkbox"/> SEINÄ</p> <p>4. OMLAITE : <input type="checkbox"/> LUOKKA <input checked="" type="checkbox"/> SALPA</p> <p>5. LATTIASEIS.KESK. POHJALEVY : <input type="checkbox"/> AVOIN <input type="checkbox"/> PALONKESTÄVÄ</p> <p>6. MAALAUUS : <input checked="" type="checkbox"/> VAKIO <input type="checkbox"/> ERIKOIS</p> <p>7. MITAT : KORKEUS : 384 LEV. : 852 SYV. : 110</p> <p><b>KALUSTUSTIEDOT :</b></p> <p>1. KALUSTUSTYYPPI : <input checked="" type="checkbox"/> KIINTEÄ <input type="checkbox"/> ULOSV. <input type="checkbox"/> ULOSOT.</p> <p>2. KALUSTUSTAPA : <input type="checkbox"/> YKSIKKÖ <input checked="" type="checkbox"/> KESKITETTY</p> <p>3. MERKKILAMPUT : <input type="checkbox"/> HEDIKU <input type="checkbox"/> HOHTO <input type="checkbox"/> LEDI</p> <p>4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA : <input type="checkbox"/> SÄHKÖLAITOS <input type="checkbox"/> VALMISTAJA</p> <p><b>KAAPELOINTI :</b></p> <p>1. SYÖTTÖKAAPELI : <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA</p> <p>2. PÄÄKAAPELIT : <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input checked="" type="checkbox"/> KOJESIN <input type="checkbox"/> RIVIL</p> <p>3. OHJAUSKAAPELIT : <input type="checkbox"/> YLHÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input type="checkbox"/> KOJESIN <input type="checkbox"/> RIVIL</p> <p><b>TUNNUSMERKINNÄT :</b></p> <p>1. TUNNUSKILVET : <input checked="" type="checkbox"/> VALM.NORM. <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE</p> <p>2. KOJEMERKINNÄT : <input checked="" type="checkbox"/> JUOKSEVA <input type="checkbox"/> KENNOKOHT. <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE</p> <p><b>MUUT TIEDOT :</b> ESIM. POK OMA ITK84GP-15J2V</p> <p>55m2 Asunnot 2H + K</p>																							
A muutos		B muutos		C muutos																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">As. Oy Kuopion Punapossu</td> <td style="text-align: center; font-size: x-small;">Suunn. PS /22.1.15</td> <td style="text-align: center; font-size: x-small;">Kokoonneuv. Lait</td> <td style="text-align: center; font-size: x-small;">Ohjeisto RK</td> <td style="text-align: center; font-size: x-small;">Tilinumero 001</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">KESKUSKAAVIO</td> <td style="text-align: center; font-size: x-small;">Pöytä</td> <td style="text-align: center; font-size: x-small;">1/2</td> <td colspan="2" style="text-align: center; font-size: x-small;">Pöytänumero</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">RYHMÄKESKUS 2H + K</td> <td colspan="4" style="text-align: center; font-size: x-small;">SÄH 307</td> </tr> </table>						As. Oy Kuopion Punapossu		Suunn. PS /22.1.15	Kokoonneuv. Lait	Ohjeisto RK	Tilinumero 001	KESKUSKAAVIO		Pöytä	1/2	Pöytänumero		RYHMÄKESKUS 2H + K		SÄH 307			
As. Oy Kuopion Punapossu		Suunn. PS /22.1.15	Kokoonneuv. Lait	Ohjeisto RK	Tilinumero 001																		
KESKUSKAAVIO		Pöytä	1/2	Pöytänumero																			
RYHMÄKESKUS 2H + K		SÄH 307																					

										11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
										KESKUS										RYHMÄ	OSOITE					A/A	JOHDOTUS				
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div>ILME</div> </div>																															A
																															B
																					NOUSUJOHTO					25/25	MMJ 5x10S				C
																				1	LIESI					B16	MMJ 5x2.5S				D
																															E
																				2.1	APK					C16	MMJ 3x2.5S				F
																				2.2	PPK/KR					C16	MMJ 3x2.5S				G
																				2.3	KEITTIÖ PR					C16	MMJ 3x2.5S				H
																				3.1	LATTIALÄMMITYS					B10	MMJ 3x1.5S				J
																				3.2	WC					C16	MMJ 3x2.5S				K
																				3.3	PR IT-OSASSA					B10	ML 3x1.5S				L
																															M
																				4.1	PARVEKE					C16	MMJ 3x2.5S				N
																				4.2	OH PR					C16	MMJ 3x2.5S				O
																				4.3	MH PR					C16	MMJ 3x2.5S				P
																				5.1	PALQVARTIN					B6					R
																				5.2	VARA										S
																				5.3	VARA										T
																				6.1	JK / PK					C16	MMJ 3x2.5S				U
																				6.2	VALAISTUS KEITTIÖ/ET					B10	MMJ 3x1.5S				V
																				6.3	VALAISTUS MH/OH					B10	MMJ 3x1.5S				X
																															Y
																															Z
																															1
																															2

A muutokset

B muutokset

C muutokset

As. Oy Kuopion Punapossu

KESKUSKAAMO

RYHMÄKESKUS 2H + K

Sisältö: PS / 22.1.15

Päivä: 2/2

Tekijä: SÄH 307

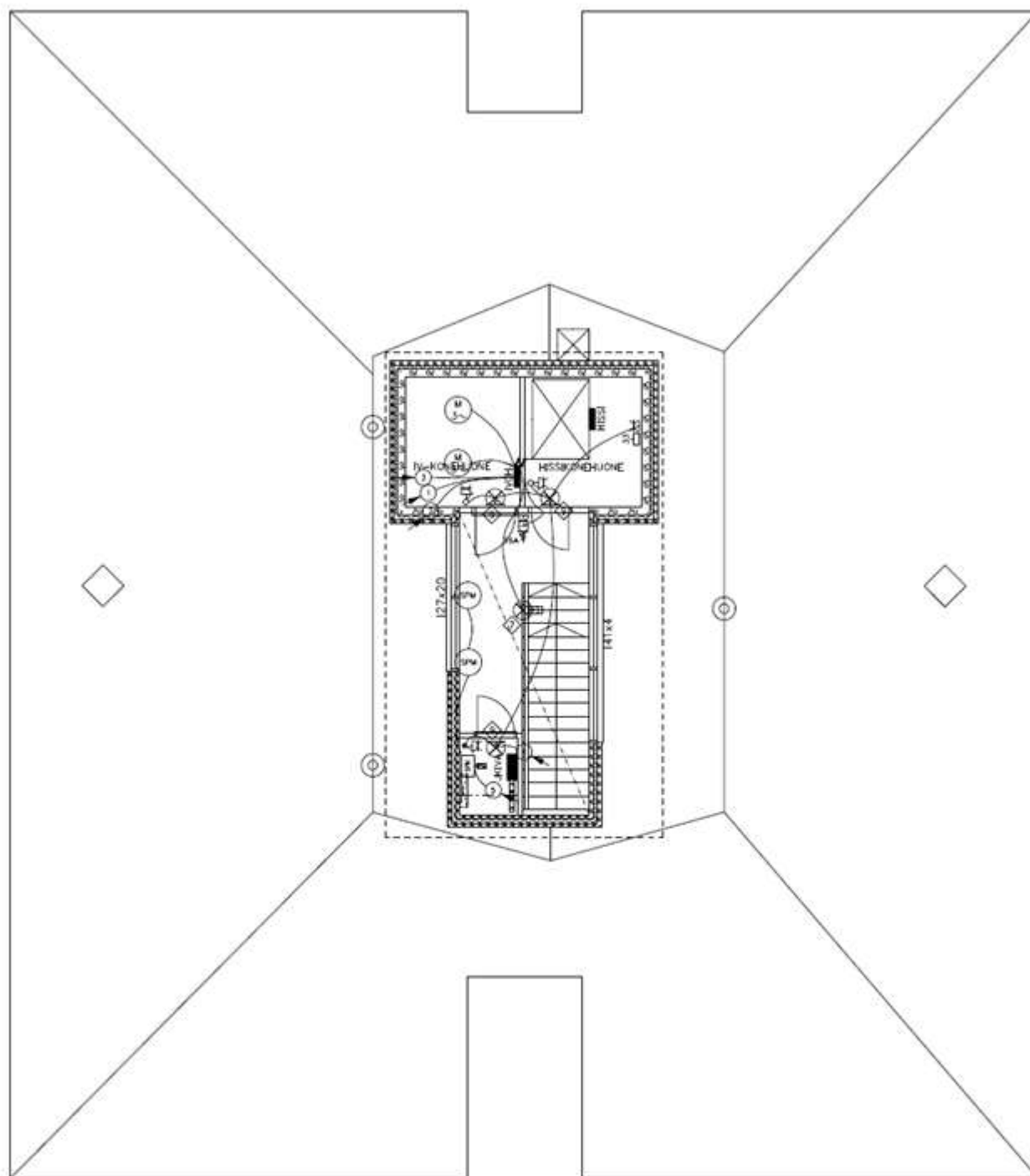
Kokonaismäärä: RK

Yhtymänumero: 001









VECHNITTLEUSEN HÜCHENSTÜCKEN

 HERAUSMETALLURGEN METALLURGENSBEREIT

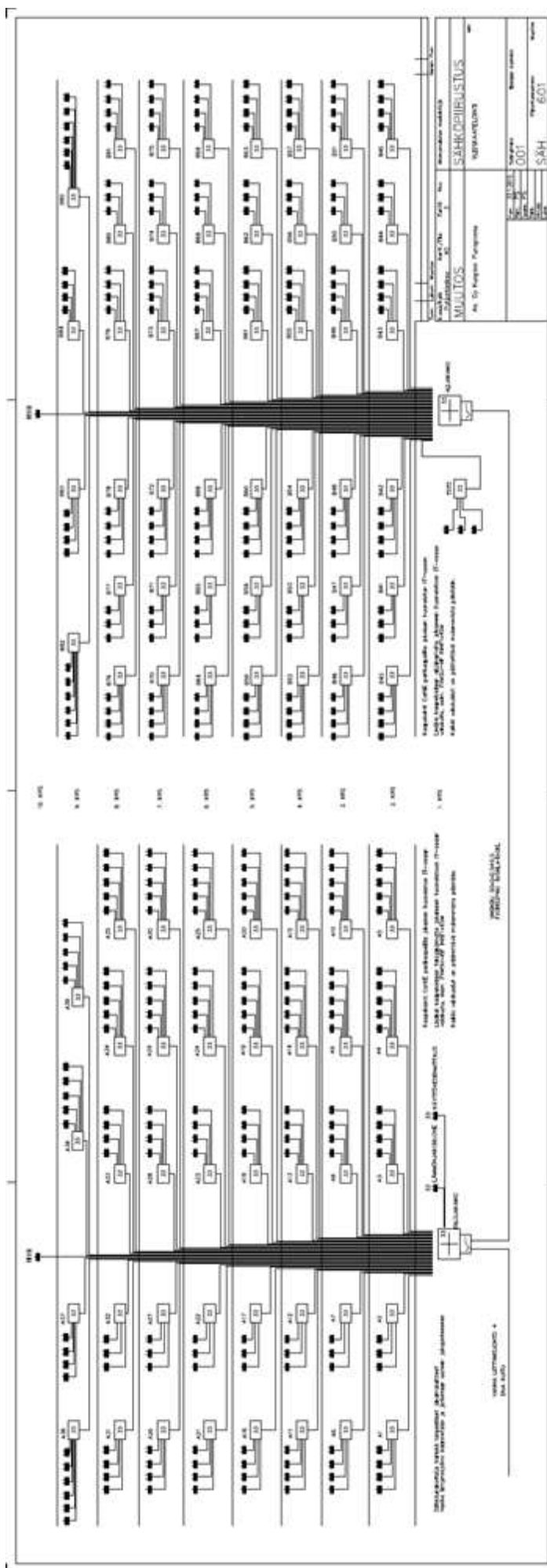
 ONPUBLEICAR NOLLE HUCHENSTRESSA

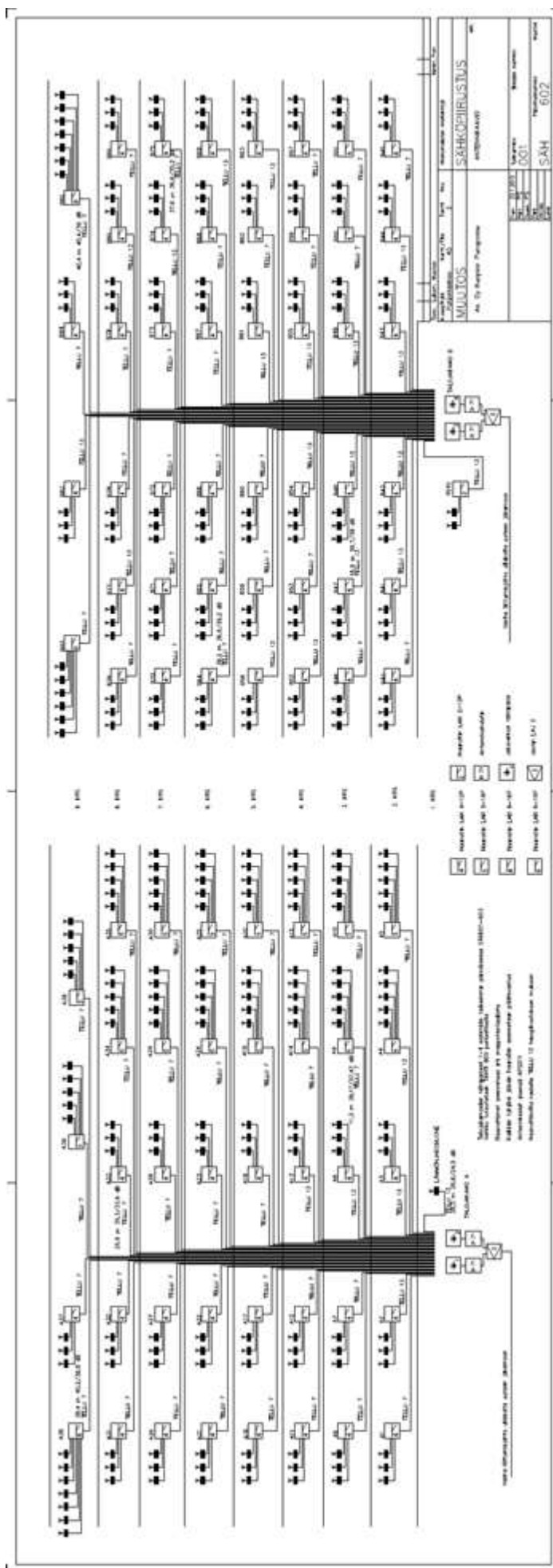
===== KÄÄNTÄJÄN LAUSEKSI

ALABAMA/CONTINENTAL

[illegible]

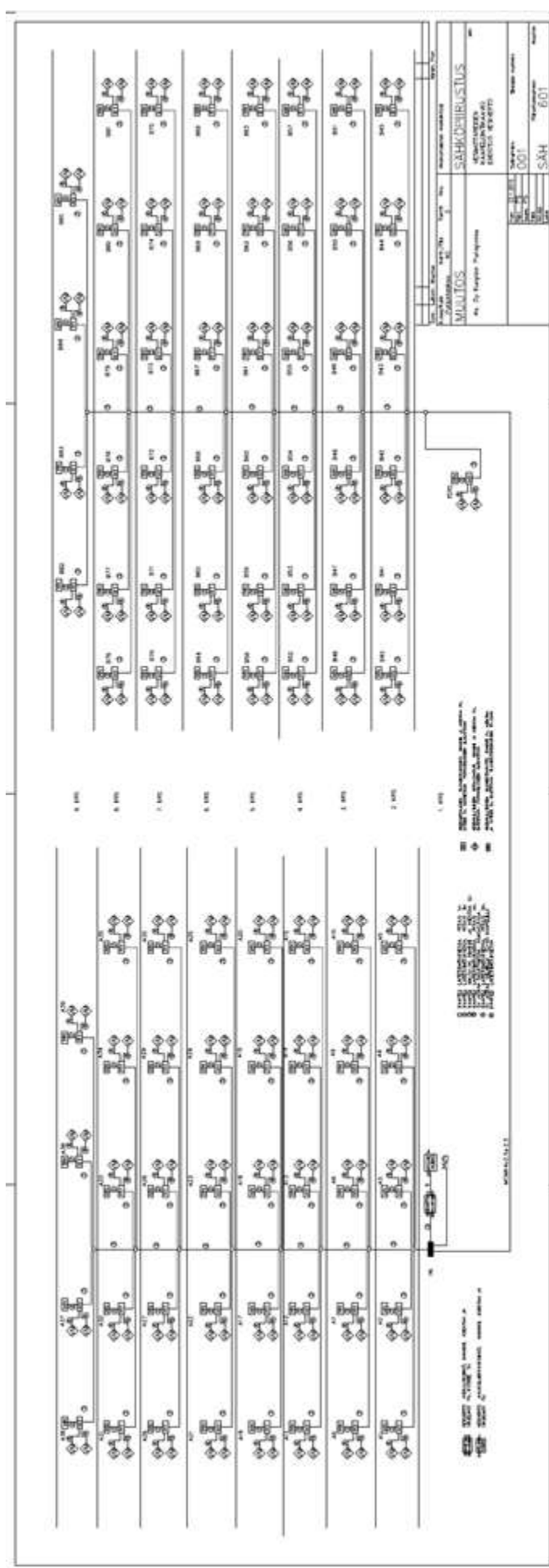
Tunnus		Lähettänyt		Käsitellyt	
Kassa/Kytilä		Kortti /Bla	Tarvittu	Vierasmaksettajien	
Pääkirjanpito		40	3		
MUUTOS			SÄHKÖPIIRUSTUS		
As. Oy Kuopion Punapossu			RAHDEKUS A HEIKKOS 10 IV JA NESTI		1:50
Pvm 22.1.2015 Pää PPS Käsitellyt PPS Pää PPS PPS			Työnumero 001		Tilinumeri 001
			Pääkirjanpito SÄH 2010		Muutokset 2010















LIITE 4: KUNTOTUTKIMUS

# Sähkötekni- nen kuntotutkimus

AS. OY Kuopion Punapossu

## Sisällysluettelo

1 A Yleistä.....	4
1.1 Yleistiedot kohteesta .....	4
1.1.1 Kiinteistön perustiedot.....	4
1.1.2 Kuntotutkimuksen yleistiedot.....	4
1.1.3 Kiinteistön saatavilla olevat sähkötekniset asiakirjat.....	4
1.2 Yhteenveto .....	5
1.2.1 Yleistä.....	5
1.2.2 Sähköjärjestelmät .....	5
1.2.3 Sähkölämmitysjärjestelmät.....	5
1.2.4 Sähköenergian osto.....	5
1.2.5 Puhelinjärjestelmä.....	5
1.2.6 Antennijärjestelmä .....	6
1.2.7 Palovaroittimet.....	6
1.2.8 Kojeeet ja laitteet .....	6
2 H0 Kohdekohtaiset tiedot.....	6
2.1 H01 Käyttöönottotarkastukset.....	6
2.2 H02 Määräaikaistarkastukset.....	6
2.3 H03 Dokumentaatio.....	6
3 H1 Asennusreitit .....	6
4 H2 Sähkön pääjakelujärjestelmät.....	7
4.1 H202 400 V Pääjakelujärjestelmät.....	7
4.1.1 H2023 Pääkeskus ja pääkeskustilat.....	7
4.1.2 H2024 Muut keskukset .....	9
4.1.3 H2025 KEskusten väliset syöttöjärjestelmät.....	10
4.2 H203 Sähkönmittausjärjestelmä .....	10
5 H3 Laitteistojen sähköistys.....	11
5.1 H301 Ilmanvaihtolaitteet .....	11
6 H4 Sähköliitäntäjärjestelmät.....	11
6.1 H401 Pistorasiat.....	11
6.2 Huoneistojen muut asennuskalusteet.....	12
7 H5 Valaistusjärjestelmät .....	12

7.1	H501 Yleisvalaistusjärjestelmä .....	12
7.1.1	Porrasvalaistus.....	12
7.1.2	Kiinteistön yhteisten tilojen valaistus.....	12
7.2	h503 Ulkovaistusjärjestelmä .....	13
8	H6 Sähkölämmitysjärjestelmät ja -laitteet.....	13
8.1	H601 Rakennuksen sähkölämmitysjärjestelmä.....	13
8.1.1	Lattialämmitys .....	13
8.2	H603 Erilliset sähkölämmitysjärjestelmät.....	14
8.2.1	Kiuas.....	14
8.2.2	Kuivauspuhallin.....	14
8.2.3	Saattolämmitys .....	14
9	J1 Puhelinjärjestelmät .....	15
9.1	J101 Puhelinjärjestelmä.....	15
10	J2 Viestintäjärjestelmät .....	15
10.1	J201 Antennijärjestelmät .....	15
11	J4 Turvallisuusjärjestelmät.....	16
11.1	J408 Palovaroitinjärjestelmät.....	16
12	J7 Automaatiojärjestelmät .....	16
12.1	Lämmönjakolaitteisto .....	16
12.2	Savunpoistojärjestelmä.....	17

## 1 A YLEISTÄ

### 1.1 YLEISTIEDOT KOHTEESTA

#### 1.1.1 KIIINTEISTÖN PERUSTIEDOT

Kiinteistön nimi	As. Oy Kuopion Punapossu
Kiinteistön osoite	Suunnistajantie 3, 70200 Kuopio
Rakentamisvuosi	1966
Sähköliittymä	3 x 160 A
Huoneistoala	4856 m <sup>2</sup>
Rakennuksia	2
Kerroksia	20, Molemmissa rakennuksissa 10
Asuinhuoneistoja	85
Liikehuoneistoja	1, Vuokrattu askartelutila
Isännöitsijä	Seppo Tuunainen

#### 1.1.2 KUNTOTUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT

Sähkökuntotutkimus	ST-Peruskortin mukaisesti
Kuntotutkimuksen laajuus	Kiinteistön sähkölaitteisto (Puhelinjärjestelmä)
Kuntotutkimukset	Kuormitusseurantamittaus 12-19.11.2014 Antennijärjestelmän signaalitason mittaus 2013
Tarkastetut asunnot	72
Tarkastuspäivämäärä	24.11.-16.12.2014
Tutkimuksen laatija	Petri Soronen, opiskelija, Savonia AMK
Taloyhtiön edustaja	Eino Oinonen

#### 1.1.3 KIIINTEISTÖN SAATAVILLA OLEVAT SÄHKÖTEKNISET ASIAKIRJAT

Asemapiirustus v. 1966

Talon A nousujohtokaavio v. 1966 (Puutteellinen)

Talon B nousujohtokaavio v. 1966

Talon A sauna- ja kylpyhuonetilojen saneerauksen tasopiirustus v. 2002

Talon A sauna- ja kylpyhuonetilojen saneerauksen keskus- ja piirikaavio v. 2002

Talon B sauna- ja kylpyhuonetilojen saneerauksen tasopiirustus v. 2002

Talon B sauna- ja kylpyhuonetilojen saneerauksen keskus- ja piirikaavio v. 2002

## 1.2 YHTEENVETO

### 1.2.1 YLEISTÄ

AS. Oy Kuopion Punapossussa suoritettiin sähkötekniinen kuntotutkimus osana opin-  
näytetyön tekemistä. Tutkimuksessa selvitettiin kiinteistön sähkö- ja teleteknisten  
järjestelmien kunto mittauksin sekä aistinvaraisin havainnoin. Alkuperäisiä tasopiirus-  
tuksia kohteesta ei löydy, joten kuntotutkimuksen aikana kartoitettiin kaikkien huo-  
neistojen sekä yleisten tilojen nykyiset sähkönkäyttöpisteet. Kiinteistön huipputehon  
ja muiden arvojen mittaukset suoritettiin liittymäkaapelin lähtöpäässä. Jännitetasoja  
mitattiin pistokokein eri huoneistoissa.

### 1.2.2 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT

Kiinteistön sähköjärjestelmä on alkuperäinen. Asennusten kunto on ikään nähden  
hyvä. Keskukset, ryhmäjohdot ja asennuskalusteet ovat pääosin alkuperäisiä, mutta  
muutamissa asunnoissa niitä on remonttien yhteydessä vaihdettu. Rakennusten ylei-  
set sauna- ja kylpyhuonetilat on uusittu 2003, jolloin myös tilojen sähköasennukset on  
uusittu. Valaistustaso arvioitiin aistinvaraisesti koko kiinteistössä tyydyttäväksi poislu-  
kien uusitut sauna- ja kylpyhuonetilat, joissa valaistustaso on hyvä.

### 1.2.3 SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Kiinteistö on yhdistetty kaukolämpöverkkoon, joten yleistä sähkölämmitysjärjestelmää  
ei ole. Huoneistoihin on yksittäisten remonttien yhteydessä asennettu kylpyhuoneisiin  
mukavuuslattialämmityksiä. Yleisissä sauna- ja pesuhuonetiloissa on myös muka-  
vuuslattialämmitys. Kiukaat ovat alkuperäisiä mutta niistä ei löydy huomauttamista.

### 1.2.4 SÄHKÖENERGIAN OSTO

Kiinteistön sähköenergia muodostuu lähinnä valaistuksesta ja kojeiden käytöstä. Ku-  
lutusta mitataan huoneistokohtaisilla etäluettavilla kWh-mittareilla, jotka ovat asennet-  
tu kerroskohtaisesti. Kiinteistön kulutusta mitataan molempien rakennusten pääkes-  
kuksilla.

### 1.2.5 PUHELINJÄRJESTELMÄ

Huoneistoissa on omat puhelinpisteet. Järjestelmä on alkuperäinen joten suositellaan  
sen muuttamista yleiskaapelointiin, jolloin käyttövarmuus paranee ja internet-liikenne  
on häiriöttömämpää. Molemmissa rakennuksissa on omat telejakamonsa.



#### 1.2.6 ANTENNIJÄRJESTELMÄ

Kiinteistössä on ketjutettu yhteisantenniverkko. Verkkoa on korjattu v. 2012 uusimalla muutamia johtoja. Lähetyksien laadussa ei ole ollut ongelmia tämän jälkeen. Suositellaan muutettavaksi tähtimäiseksi verkoksi, jolloin muiden toiminta ei häiritse toisten lähetyksiä.

#### 1.2.7 PALOVAROITTIMET

Huoneistoissa on paristokäyttöiset palovaroittimet. Yleisissä tiloissa ei ole palovaroittimia.

#### 1.2.8 KOJEET JA LAITTEET

Kiinteistön molemmissa rakennuksissa on omat poistoilmapuhaltimet rakennusten katoilla. Poistoilmapuhaltimien teho on vaatimaton eikä siihen saa liittää kanavaan puhaltavia liesituulettimia. Suositellaan ottamaan pois käytöstä kyseiset liesituulettimet.

## 2 H0 KOHDEKOHTAIESET TIEDOT

### 2.1 H01 KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUKSET

Kohteen käyttöönottotarkastuksista ei ole saatavilla tietoa.

### 2.2 H02 MÄÄRÄAIKAISTARKASTUKSET

Kohteessa ei ole tehty vapaaehtoisia määräaikaistarkastuksia.

### 2.3 H03 DOKUMENTAATIO

Kohteen sähkötekniset dokumentit ovat vakavasti puutteellisia. Tutkimuksessa tarvittavia tasopiirustuksia ei ole löytynyt kuntotutkimuksen aikana.

## 3 H1 ASENNUSREITIT

#### 1. Yleistä

Pääosin kaikki asennukset on tehty putkellisina uppoasennuksina rakenteisiin. Johtimet on vedetty suoraan putkiin, mutta niiden kuntoa ei pystytty varmistamaan.

#### 2. Aistinvarainen arviointi

B-talon pääkeskukseita on vedetty kaksi MMJ -kaapelia kulutuspisteille häkkivastaston kautta. Seinän läpivientä ei ole paloeristetty.

#### 8. Suositeltavat toimenpiteet

Läpiviennit palotilasta toiseen tilaan tulee paloeristää.

## 4 H2 SÄHKÖN PÄÄJAKELUJÄRJESTELMÄT

### 4.1 H202 400 V PÄÄJAKELUJÄRJESTELMÄT

#### 1. Yleistä

Kiinteistö on liitetty Kuopion Energia Oy:n pienjänniteverkkoon naapuritontilla sijaitsevassa muuntamossa. Liittymiskaapelina on käytetty APAKM 3 x 120 + 120 kaapelia. Liittymisjohto on alkuperäinen. Pääkeskuksesta haaroittuu kiinteistön toiseen rakennukseen MCMK 3 x 150 + 70 kaapeli. Haarakaapeli on mahdollisesti vaihdettu alkuperäisen suunnitelman jälkeen. Alkuperäinen kaapeli olisi ollut MCMK 3 x 120 + 70.

#### 4. Mittaukset

Kohteeseen suoritettiin sähkötehon, yliaaltojen ym. suureiden mittaus liittymäkaapelin lähtöpäässä. Mittauksessa kiinteistön huipputeho oli n. 75 kW. Jännitteen vaihteluita ei voitu arvioida mittauspaikan vuoksi. Liitteessä 2 on lisätietoa mittauksista.

#### 9. Muuta

Kiinteistöön tulee myös puhelintalojohto ja kaapeli-tv, sekä tontin nurkalla on saatavilla DNA:n valokuitukaapeli.

#### 4.1.1 H2023 PÄÄKESKUS JA PÄÄKESKUSTILAT

##### 1. Yleistä

Sähköpääkeskukset sijaitsevat molempien talojen pohjakerroksissa omissa huoneissaan. Pääkeskustilat ovat asianmukaisesti lukittuja ja tilojen rakenteet kunnossa. Molemmissa tiloissa on huomattavasti palokuormaa, esimerkiksi siivoojat käyttävät tiloja välineidensä säilytyspaikkana. Palokuorma on ehdottomasti poistettava keskustiloista. Valaistus keskustiloissa on tyydyttävä.





Kuva 1. B-talon pääkeskustila

## 2. Aistinvarainen arviointi

Keskukset ovat hyvässä kunnossa. Keskuksista on otettu uusia lähtöjä käyttöön. Uusien lähtöjen läpivienteihin on laitettu asianmukaiset läpivientikumit. B-talon keskuksessa kolmesta sulakekannasta puuttuu lasikannet. B-talon keskuksesta roikkuu jotain tunnistamattomia johtimia, jotka olisi syytä poistaa.

## 8. Suositeltavat toimenpiteet

Keskustilat tulee siivota tarpeettomasta palokuormasta ja ylimääräiset roikkuvat johtimet B-talon keskuksista poistaa. Rikkiinäiset sulakekannet tulisi vaihtaa. Lisäksi siivoojia on informoitava keskustilojen asianmukaisesta käytöstä.

#### 4.1.2 H2024 MUUT KESKUKSET

##### 1. Yleistä

Huoneistojen ryhmäkeskukset ovat metallirunkoisia uppoasennettuja ja yksivaiheisia, valmistaja Tateka. Alkuperäiskuntoiset keskukset on varustettu seuraavilla komponenteilla:

- Nousujohto		2 x 6 mm <sup>2</sup> 2 x 10 mm <sup>2</sup> (asunnot 36, 39, 82 ja 85)
- Pääkytkin		1 x 25 A
- Liesi	20 A	2 x 6 mm <sup>2</sup>
- Yleisvalaistus	10 A	2 x 1,5 mm <sup>2</sup>
- Yleisvalaistus	10 A	2 x 1,5 mm <sup>2</sup>

Em. lisäksi voi olla myös muita sulakeryhmiä, mikäli asuntoon on tehty muutoksia. Keskuksia on voitu myös uusia. Muutoksia Liitteessä 1

Käytössä on lisäksi seuraavat vanhat keskukset: Lämmönjakokeskus ja ullakkokeskus. Hissille on oma keskus, mutta sen sijainti on hissien konehuoneessa eikä sinne ole pääsyä.

Lämmönjakokeskus:

- Valmistaja
- Nousujohto: MK 4 x 4 mm<sup>2</sup>
- Sulake: 25 A
- Käyttö:

Keskusta käytetään syöttämään uudistettua lämmönjakolaitteistoa ja kaukolämmön mittausta.

Ullakkokeskus:

- Valmistaja
- Nousujohto: MK 4 x 4 mm<sup>2</sup>
- Sulake: 20 A
- Käyttö:

Keskusta käytetään syöttämään poistoilma puhaltimia, savunpoistokeskusta, antennia sekä puhaltimien ohjausta.

## 2. Aistinvarainen arviointi

Ryhmäkeskukset ovat hyväkuntoisia mutta monissa huoneistoissa ei ole enää laajennusvaraa. Keskukset eivät sovellu vikavirtasuojakytkimien asentamiseen. Joistakin keskuksista puuttuu merkinnät.

Lämmönjakokeskus: Keskus on rakenteellisesti hyväkuntoinen ja kosketussuojattu.

Ullakkokeskus: Keskukset ovat rakenteellisesti hyväkuntoisia ja kosketussuojattuja.

## 6. Toimenpide-ehdotukset

Suositellaan liitteessä 1 olevien puutteiden korjauksia.

### 4.1.3 H2025 KESKUSTEN VÄLISET SYÖTTÖJÄRJESTELMÄT

#### 1. Yleistä

Keskusten väliset järjestelmät on toteutettu TN-C järjestelmällä. Huoneistoissa voi olla käytössä TN-S järjestelmää.

## 2. Aistinvarainen arviointi

Kaapeleiden ja johtimien kuntoa ei ole voitu todentaa. Arvioidaan että valaisimien alla olevat johtimet ovat heikkokuntoisia lämpökuormasta johtuen. Myös muualla olevat alkuperäiset johtimet voivat olla ikääntyneitä, ja siten hapertuneita.

## 6. Toimenpide-ehdotukset

Suositellaan, että ennen johtimien vaihtamista niihin ei kosketa, ellei siihen ole pakottavaa tarvetta.

### 4.2 H203 SÄHKÖNMITTAUSJÄRJESTELMÄ

#### 1. Yleistä

Kiinteistön sähkönmittaus on toteutettu huoneistokohtaisilla etäluettavilla mittareilla, jotka ovat sijoitettu kerroskohtaisesti.

## 2. Aistinvarainen arviointi

Mittauslaitteena on käytössä Landis+Gyr E450 etäluettava kWh mittarityyppi. Mittalaitteet on vaihdettu vuoden 2012 aikana. Mittarit ovat hyväkuntoisia.

## 5 H3 LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS

### 5.1 H301 ILMANVAIHTOLAITTEET

#### 1. Yleistä

Rakennuksissa on käytössä alkuperäiset poistoilmakoneet, - korvausilma tulee ikkunoista ja ovista. Ilmanvaihto on toteutettu kahdella eri nopeudella toimivalla, suoraan sähköverkkoon liitettyä moottorilla, eikä niiden nopeutta voi erikseen säätää. Ohjauskeskukset sijaitsevat IV-huoneessa. Hätäpysäytyspainikkeita ei ole. Tämän lisäksi huoneistoihin on asennettu aktiivihilisuodattimia liesikupujen paikoille. Muutamissa asunnoissa on kuitenkin lainvastaisia liesituulettimia.

#### 2. Aistinvarainen arviointi

Ilmanvaihto on hyvin epätaloudellinen ja tehoton. A-talon poistoilmapuhaltimien johdot roikkuvat ilmassa. B-talon ohjauskeskuksen kosketussuojat on rikkoutunut.

#### 6. Toimenpide-ehdotukset

Suositellaan IV-asiantuntijan tekemää ilmanvaihtoselvitystä.

#### 8. Suositeltavat toimenpiteet

Roikkuvat johdot on kiinnitettävä ja kosketussuojat korjattava.

## 6 H4 SÄHKÖNLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT

### 6.1 H401 PISTORASIA

#### 1. Yleistä

Huoneistoissa on pääosin alkuperäiset 0-luokan pistorasiat. Kalusteet ovat kuitenkin hyväkuntoisia muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Joissain asunnoissa on virheellisesti 0-luokan pistorasian vieressä maadoitettuja schuko-pistorasioita. Keittiöihin on lisätty muutamia pistorasioita. Pistorasioita avattiin pistokoelun teisesti.

#### 2. Aistinvarainen arviointi

Liitteessä 1 on esitetty kalusteiden kunto huoneistokohtaisesti. Yhdestä alkuperäisestä pistorasiasta löydettiin rikkoutunut pohja.

#### 8. Suositeltavat toimenpiteet

Rikkiäiset ja puutteelliset asennuskalusteet on korjattava välittömästi.

## 6.2 HUONEISTOJEN MUUT ASENNUSKALUSTEET

### 1. Yleistä

Muita asennuskalusteita ei havaittu rikkiäisinä. Joissakin huoneistoissa kylpyhuoneissa ja keittiöissä oli tehty kaapelijatkoksia ns. sokeripalalla ilman raslaa.

### 2. Aistinvarainen arviointi

Liitteessä 1 on esitetty kalusteiden kunto huoneistokohtaisesti.

### 8. Suositeltavat toimenpiteet

Puutteelliset asennuskalusteet on korjattava välittömästi.

## 7 H5 VALAISTUSJÄRJESTELMÄT

### 7.1 H501 YLEISVALAISTUSJÄRJESTELMÄ

#### 7.1.1 PORRASVALAISTUS

##### 1. Yleistä

Kiinteistön porrashuoneiden valaistus on toteutettu perinteisillä hehkulampuilla. Myöhemmin valonlähteiksi on vaihdettu energiansäästölamppuja sitä mukaa kun hehkulamput ovat menneet rikki. Yksittäisiä valaisimia on vaihdettu. Valaistustaso on tyydyttävä. Porrasvaloautomaattia ohjataan kerroksittain painonapeilla ja toiminta-aika on n. yhden (1) minuutin.

##### 2. Aistinvarainen arviointi

Valaistusteho porrashuoneessa on tyydyttävä. Valaisimet ovat ulkoisesti tyydyttävässä kunnossa. Muutamissa valaisimissa kupu on hajonnut, mutta sillä ei ole merkittävää vaikutusta valaisimen toimintaan.

##### 6. Toimenpide-ehdotukset

Suositellaan valaisimien uusimista LED-valaisimiksi ja niiden käytön automatisointia liiketunnistimilla.

#### 7.1.2 KIINTEISTÖN YHTEISTEN TILOJEN VALAISTUS

##### 1. Yleistä

Häkkivarastossa valaistus on alkuperäinen hehkulamppuvalaistus. Ulkovälinevarastoissa valaisimet ovat loisteputkivalaisimia. Sauna- ja kylpyhuonetiloista valaistus on uusittu remontin aikana. B-talon kellarikomeron valaistus on uusittu.



## 2. Aistinvarainen arviointi

Valaisimet ovat hyvässä kunnossa. Valaistustaso ulkovaikenevarastossa sekä sauna- ja kylpyhuonetoiloissa on hyvä. Muualla valaistus on tyydyttävää.

## 6. Toimenpide-ehdotukset

Suositellaan valaistusremonttia, jossa valaisimet uusitaan LED-valaisimiksi ja käyttö liikutunnistimien taakse.

## 7.2 H503 ULKOVALAISTUSJÄRJESTELMÄ

### 1. Yleistä

Kiinteistön piha-alueet on valaistu kolmella metallisella pylväsvalaisimella. Näiden lisäksi rakennusten sisäänkäyntien kohdalla on numerovalaisimet, sekä kaksi muuta valaisinta. Valaistusta ohjataan hämärätunnistimien avulla. Takaovilla sijaitsee liikutunnistimella ohjattu valaisin.

### 2. Aistinvarainen arviointi

Sisäänkäyntien valaisimet osoittavat vain muutaman metrin päähän ja muutenkin ulkovalaistus on varsin heikko. Valaisimet ovat hyväkuntoisia. A-talon takaoven valaisin on vasta uusittu liikutunnistinvalaisin. B-talon takaoven valaisin on alkuperäinen, mutta sitä ohjataan erillisellä liikutunnistimella.

### 6. Toimenpide-ehdotukset

Suositellaan pihavalauksten uusimista isomman remontin yhteydessä.

## 8 H6 SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄT JA – LAITTEET

### 8.1 H601 RAKENNUKSEN SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

#### 1. Yleistä

Kiinteistöä ei lämmitetä sähkölämmityksellä, vaan järjestelmät on käytössä mukavuuslämmittiminä.

#### 8.1.1 LATTIALÄMMITYS

##### 1. Yleistä

Saunaosastoille on tehty saneeraus 2003, jolloin tiloihin on myös asennettu lattialämmityskaapelit. Lattialämmitykset on asennettu pukuhuoneisiin sekä suihku- ja

saunatiloihin. Termostaattien anturit mittaavat lattiamateriaalin lämpötilaa. Valmistaja Sloterm.

Huoneistoihin on kylpyhuoneremonttien aikana asennettu lattialämmityksiä.

## 2. Aistinvarainen arviointi

Lattialämmityskaapelit ovat toimintakuntoisia. Ryhmät on oikeaoppisesti suojattu vikavirtasuojakytkimellä.

## 8.2 H603 ERILLISET SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

### 8.2.1 KIUAS

#### 1. Yleistä

Kiinteistössä on kaksi saunaa, joissa molemmissa on saneerauksen yhteydessä jätetty alkuperäinen 12 kW kiuas. Kiuasta lämmitetään viitenä päivänä viikossa. Kiukaan käyttö ohjaa myös huippuimureita.

Yleisten saunojen lisäksi myös asuntoihin A30, B82 ja B85 on tehty jälkeinpäin sähkölämmitteisiä saunoja. Asunnoissa B82 ja B85 kiuasta ei voi käyttää liedon kanssa samaan aikaan. Asunnoissa A30 kiuasta on mahdollista käyttää erikseen.

#### 2. Aistinvarainen arviointi

Kiukaat ovat hyväkuntoisia eikä katkenneita vastuksia löydy. Ohjauskeskus on alkuperäinen ja lukkojen takana.

### 8.2.2 KUIVAUSPUHALLIN

#### 1. Yleistä

Kuivaushuoneissa on TALPET SAHARA EKO -merkin kuivauspuhallin jonka sähköteho on 4 kW.

#### 2. Aistinvarainen arviointi

Laitteet on asennettu vaatimusten mukaisesti.

### 8.2.3 SAATTOLÄMMITYS

#### 1. Yleistä

B-talon takapihalla sijaitsee maakaivossa saattolämmitys estämään kaivon jäätymistä.

#### 2. Aistinvarainen arviointi

Lämmitysjohtoa ei mitattu. Kaapeli on asianmukaisesti suojattu. Kaapeli on ollut toimintakuntoinen edellisenä talvena. Lämmitystä ohjataan erillisellä katkaisijalla B-talon takaoven vierestä. Kytkimen sijaitsee 2,8 m korkeudella.

#### 6. Toimenpide-ehdotukset

Lämmityksen ohjaus termostaatille.

## 9 J1 PUHELINJÄRJESTELMÄT

### 9.1 J101 PUHELINJÄRJESTELMÄ

#### 1. Yleistä

Kiinteistön teletiloihin ei ollut pääsyä ja ne on lukittu asianmukaisella tavalla. Kiinteistö on liitetty DNA:n puhelinverkkoon maakaapelilla. Tontin kulmalla on saatavilla valokuitukaapeli. Huoneistojen kaapelit on asennettu rakenteisiin, eikä niiden kuntoa päässyt tarkistamaan.

#### 2. Aistinvarainen arviointi

Puhelinasiat ovat pääosin alkuperäisiä. Asukkaiden mukaan signaali on ollut heikkoa laajakaistakäytössä.

#### 6. Toimenpide-ehdotukset

Ehdotetaan talon liittämistä valokuituverkkoon suuremman remontin yhteydessä.

## 10J2 VIESTINTÄJÄRJESTELMÄT

### 10.1 J201 ANTENNIJÄRJESTELMÄT

#### 1. Yleistä

Kiinteistö on liitetty kaapeli-TV verkkoon. Järjestelmää on korjattu 2013-2014 välisenä aikana ja laitteisto on hyväkuntoinen. Antenniverkko on ketjutettu, mutta toistaiseksi riittävä. Korjauksen yhteydessä tehdyn mittauksen tulokset on isännöitsijällä.

#### 2. Aistinvarainen arviointi

TV-kaapeli tulee molempien talojen ylimpiin kerroksiin, joissa sijaitsee antenniverkon tähtipiste. B-talon laitteistoa ei päässyt tutkimaan, koska laitteisto on lukittu kaappiin. Molemmissa taloissa on vielä paikoillaan vanha antennimasto. B-talon mastosta on havaittavissa pientä vesivalumaa talon sisälle.



Molempien talojen vahvistin on uusittu vuonna 17.6.2014. Vahvistimena on Teles-te CXE180FL. Vahvistin on yhdistetty jaottimeen, josta antenni jakaantuu ketjutet-tuna huoneistoihin.

#### 6. Toimenpide-ehdotukset

Suositellaan vanhojen antennimastojen poistamista. Mastojen maadoitus on heik-ko, jolloin mahdollinen salaman isku voi olla rakennukselle vaarallinen.

## 11J4 TURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT

### 11.1 J408 PALOVAROITINJÄRJESTELMÄT

#### 1. Yleistä

Palovaroitin toiminta on huoneistoissa asukkaiden vastuulla. Yleisissä tiloissa ei ole palovarottimia. Palovaroin on ensisijaisesti henkilöturvallisuuslaite.

#### 2. Aistinvarainen arviointi

Yksittäisissä huoneistoissa palovaroin ei ole ollut asianmukaisella paikalla.

#### 6. Toimenpide-ehdotukset

Palovaroinjärjestelmän rakentaminen kiinteään sähköverkkoon akkuvarmistuk-sella.

#### 8. Suositellut toimenpiteet

Palovaroin on ehdottomasti oltava asennettuna huoneistossa. Liitteessä 1 on havaitut puutteet.

## 12J7 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

### 12.1 LÄMMÖNJAKOLAITTEISTO

#### 1. Yleistä

Lämmönjakolaitteisto on uusittu vuonna 2012. Laitteistona on GEBWELL G-power 3 ja ohjauskeskuksena OUMAN EH203.

#### 2. Aistinvarainen arviointi

Laitteisto on hyväkuntoinen. Yhden putken maadoitusjohto on irrallaan.

#### 8. Suositeltavat toimenpiteet

Kaikki maadoitukset olisi syytä käydä lävitse ja kiristää ne.

## 12.2 SAVUNPOISTOJÄRJESTELMÄ

### 1. Yleistä

Molempien talojen 10:ssä kerroksessa on savunpoistokeskus. Järjestelmät on rakennettu vuonna 2009. Savunpoistokeskus aukaisee ylimmän kerroksen lännen puoleiset ikkunat. Laukaisulaitteisto sijaitsee ensimmäisessä kerroksessa pääsisäänkäynnin oven vieressä. Laukaisin on selvästi merkitty. Käsiohjaus on keskuksen luona. SPK:n valmistaja on MOVETEC

### 2. Aistinvarainen arviointi

Järjestelmä on hyväkuntoinen. Kaapelointi moottoreille on palonkestävää, mutta ohjainlaitteille ei. Laitteisto on huollettu 31.1.2013 Peltacon toimesta, jolloin järjestelmän akut on vaihdettu.